Bijdragen tot de Dierkunde, 50 (2): 303-341 — 1980

ÉTUDE HYDROBIOLOGIQUE D'UNE RIVIÈRE DE RÉGION MÉDITERRANÉENNE, L'ARGENS (VAR, FRANCE)

HABITATS, HYDROCHIMIE, DISTRIBUTION DE LA FAUNE BENTHIQUE

par

JEAN GIUDICELLI, AREF DIA & PIERRE LEGIER

Laboratoire de Biologie Animale — Ecologie, Faculté des Sciences de Saint-Jérôme, Marseille, France

SUMMARY

This is the first almost complete hydrobiological monograph of a water-course in a low altitude Mediterranean coastal drainage basin. Through knowledge of the hydrological and physicochemical peculiarities as well as an analysis of the biocoenoses, an ecological zonation of the river is established.

The Argens is only 114 km long; it rises from a large karstic spring at an altitude of 270 m. By all its general features (topography, hydrology, geology, climate) it represents a good example of a Mediterranean river. Eleven stations have been investigated. Fifteen physicochemical parameters and 174 species of organisms have been taken into account.

The Argens carries relatively cool waters (summer temperatures seldom exceeding 20 °C) which are well oxygenated and strongly mineralized (high Ca contents and locally high chloride and sulphate contents).

Five animal groups (planarians, Ephemeroptera, Plecoptera, elmid Coleoptera, and Trichoptera), representative for the benthic community, have been used in describing the distribution of the species and the changes in population density along the water-course. The relative position occupied by the species in the Argens, agrees well with that in other European rivers or hydrographic networks. The longitudinal succession of related species manifests itself especially through different degrees of abundance; the zones of overlap are generally important, due to the low altitude of the drainage basin.

Ecological affinities and relations between the 11 stations and 115 selected species have been determined by means of factor analysis (correspondence analysis). Six species clusters have been recognized. The authors outline a zonation for the river which corresponds roughly with the well-known system of longitudinal zonation of running water, viz.: a first cluster characterizes the crenon; a 2nd cluster corresponds to the initial sectors of the rhithral; the 3rd includes the eurythermon and lenitic species, corresponding to a boggy zone inserted in the upper reaches; the 4th cluster characterizes the metarhithron plus the hyporhithron; a 5th is a community transitional between rhithron and potamon; a 6th cluster may be identified as the epipotamon (including possibly the metapotamon too).

Thus, despite the physiographic peculiarities of the Argens, relationships between its species clusters and the classical biocenotic zones, can be clearly demonstrated.

RÉSUMÉ

Ce travail est la première monographie à peu près complète sur l'hydrobiologie d'un cours d'eau drainant un bassin côtier méditerranéen de faible altitude. Le but de l'étude est la connaissance des caractéristiques hydrologiques et physicochimiques, l'analyse des biocénoses afin d'établir la zonation écologique de la rivière.

L'Argens est une rivière de dimensions modestes (114 km de long); elle nait d'une puissante source karstique à 270 m d'altitude. Par ses caractéristiques générales (topographie, hydrologie, géologie, climat) elle offre un bon exemple de rivière de la zone méditerranéenne.

Onze stations ont été prospectées. Les mesures et analyses ont porté sur 15 composantes physico-chimiques et sur 174 espèces.

Les eaux sont relativement fraîches (températures d'été dépassant rarement 20 °C), bien oxygénées et très minéralisées (teneurs élevées en calcium et localement en chlorures et en sulfates).

Cinq groupes taxonomiques (Planaires, Ephéméroptères, Plécoptères, Coléoptères Elmidés, Trichoptères), bien représentatifs de la communauté benthique, ont été retenus pour décrire la répartition des espèces et l'évolution de la densité des populations le long du cours d'eau. On observe une bonne concordance entre la position relative des espèces dans l'Argens et leur position relative dans d'autres rivières ou réseaux hydrographiques d'Europe. Le remplacement longitudinal des espèces congénères se manifeste surtout par des abondances différentes le long du cours d'eau; la zone de chevauchement est généralement importante du fait de la faible altitude du bassin versant.

Les affinités écologiques et les rapports entre les 11 stations et 115 espèces ont été déterminées par la méthode de l'"analyse factorielle des correspondances". Six groupements d'espèces ont été reconnus et analysés. Un schéma de zonation a été proposé pour cette rivière; il s'intègre globalement au système déjà connu de zonation longitudinale des cours d'eau:

— le groupement 1 caractérise le crénon,
— le groupement 2 correspond aux secteurs initiaux du rhithral,
— le groupement 3 réunit des espèces eurythermes et lénitophiles; il correspond à une zone marécageuse insérée dans le cours supérieur,

— le groupement 4 se rapporte à l'ensemble métarhithron + hyporhithron,
— le groupement 5 est une communauté de transition entre le rhithron et le potamon,
— le groupement 6 peut être homologué à l'épipotamon, plus, éventuellement, le métapotamon.

Donc, malgré les particularités physiographiques du cours d'eau, on a pu établir des relations entre ses groupements d'espèces et les zones biocénotiques classiques.

INTRODUCTION

Le présent travail est une contribution à la limnologie des eaux courantes méditerranéennes dont les caractéristiques dominantes sont l'hétérogénéité des bassins versants, la diversité et l'irrégularité des alimentations et des débits.

Dans ce domaine on dispose, à l'heure actuelle, seulement de deux monographies sur des cours d'eau d'une certaine importance:
— un réseau à forte pente, prenant naissance au niveau de l'étage alpin, étudié en Corse par l'un de nous (Giudicelli, 1968),
— un grand cours d'eau issu des hauts plateaux du Moyen Atlas, au Maroc (Dakki, 1979).

Notre étude concerne un type de cours d'eau bien différent des précédents et fréquent dans le pourtour de la Méditerranée. Il s'agit d'une rivière qui draine un bassin côtier de petites dimensions, d'altitude modeste et situé sur la façade maritime de massifs calcaires où les écoulements superficiels sont largement alimentés par les nappes souterraines karstiques.

Dans la région où nous avons mené cette étude, il faut mentionner l'essai de zonation, essentiellement basé sur le peuplement piscicole, proposé par Kiener & Ollier (1970) sur la rivière Gapeau (Var); malheureusement ce travail comporte d'importantes lacunes sur la communauté des Invertébrés.

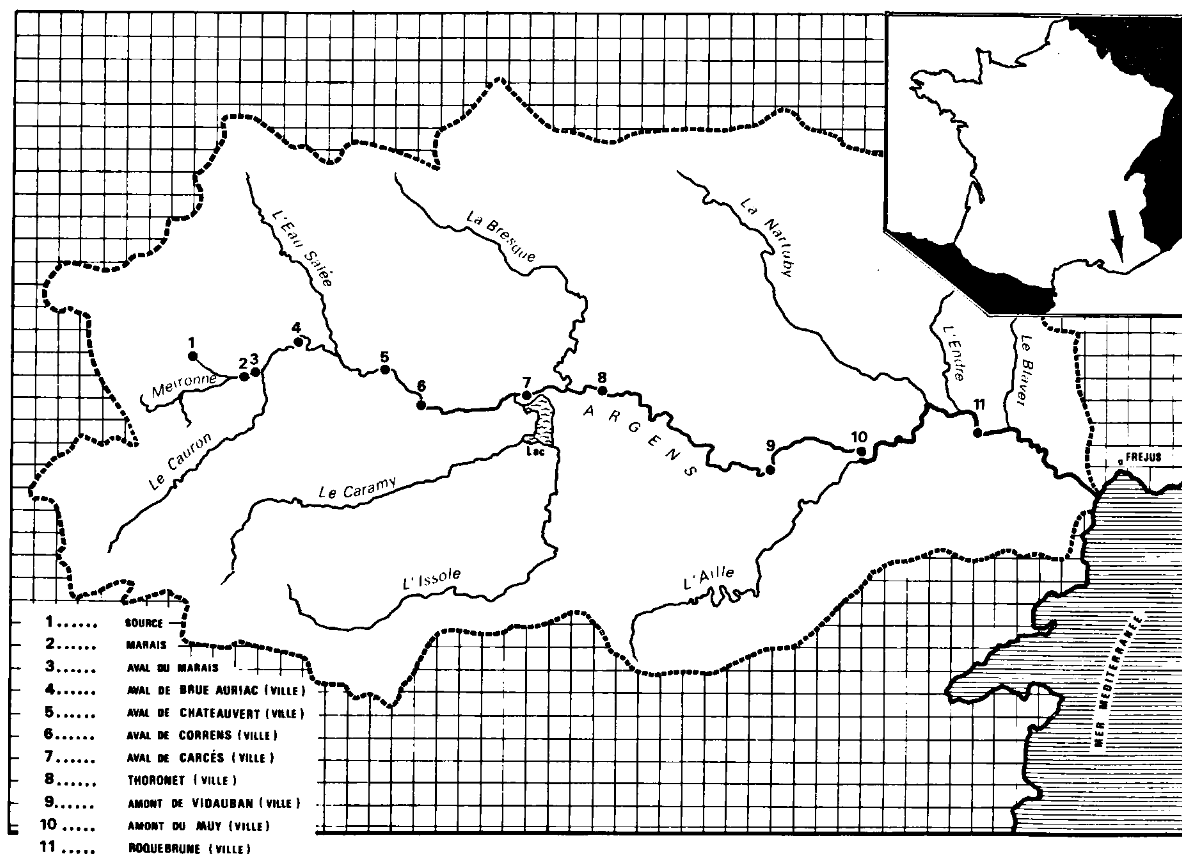


Fig. 1. Le bassin de l'Argens. Situation géographique et emplacement des stations.

1 — ÉTUDE DU MILIEU

1.1. SITUATION GÉOGRAPHIQUE (fig. 1)

L'Argens est une rivière côtière méditerranéenne entièrement située dans le département du Var. Son bassin couvre une superficie de 2.800 km², soit plus de la moitié de la surface totale du département. La vallée est orientée Ouest-Est, encadrée au Nord et au Sud par deux ensembles de massifs.

La source frontale de l'Argens se situe, à 270 m d'altitude, sur le territoire de la commune de Seillons, à l'Est du massif de la Sainte Victoire.

Son cours a 114 km de longueur; il est coupé par la cuvette de Correns et par des bassins étroits (zone marécageuse en aval de la source). Il reçoit, d'amont vers aval, les principaux affluents suivants:

— en rive droite: le Caramy, l'Issole et l'Aille,

— en rive gauche: l'Eau Salée, la Bresque, la Nartuby et l'Endre.

La rivière se jette dans le golfe de Fréjus.

1.2. GÉOLOGIE

L'ensemble du bassin versant présente trois formations géologiques importantes:

— A l'Ouest, la Basse Provence calcaire. Des terrains d'âge triasique moyen et supérieur constituent le soubassement de cette zone et ont une grande extension.

— La dépression périmaurienne, qui abrite le cours moyen de l'Argens, est formée de substrats de nature gréseuse à la base et argileuse au sommet.

— A l'Est, la Provence cristalline formée par le massif cristallin des Maures et par le massif de l'Estérel.

Les alluvions récentes perméables sont rencontrées en terrasses et prennent une importance particulière dans la basse vallée.

L'opposition entre Provence calcaire et cristalline, à la fois par le relief et par la nature des terrains, marque le bassin versant.

La partie à dominante calcaire, à l'Ouest et au Nord du bassin, constitue le domaine des réservoirs karstiques importants.

La partie cristalline au Sud-Est du bassin montre, au contraire, des terrains favorables aux ruissellements et où les conditions de circulation des eaux sont différentes.

1.3. PLUVIOMÉTRIE

Pour l'ensemble du bassin, les précipitations, comprises entre 700 et 1.000 mm d'eau par an, sont concentrées au printemps et en automne.

Les fortes pluies tombent sur des terrains plutôt imperméables et sur des bassins versants où le temps de concentration est assez court (Aille, Endre), alors que les précipitations moins importantes se situent sur des terrains moins imperméables et sur des bassins versants où les temps de concentration sont plus longs (Caramy, Issole, Argens, Les Arcs).

1.4. ACTION DE L'HOMME ET PRINCIPALES AGRESSIONS DU MILIEU AQUATIQUE

Le bassin de l'Argens assure l'alimentation en eau et reçoit les rejets des activités domestiques, agricoles, industrielles et collectives d'une population qui se répartit sur 74 communes (11 villes et 63 villages).

Il est intéressant de signaler, çà et là le long du cours d'eau, la présence des biocénoses agraires axées autour de deux cultures traditionnelles: la vigne et l'olivier.

La répartition de la population est inégale; elle est concentrée en deux zones suivant les infrastructures de communications:

— la plaine de Fréjus, la cuvette de Draguignan et la dépression permienne;

— l'axe St Maximin-Brignoles.

La partie Nord-Ouest et le bassin de Mazaugues (près de la source de l'affluent Caramy) sont peu peuplés.

Signalons les secteurs les plus perturbés:

— St Maximin (la distillerie "La Provençale" qui rejette dans le Meironne);

— Barjols (tanneries sur l'affluent l'Eau Salée);

— Puget sur Argens (zone industrielle);

— Carcès - Vidauban - Fréjus (barrages, gravières et sablières, rives écroulées, dépôts d'ordures).

Dans la partie inférieure du bassin versant, les incendies et la tendance vers les cultures de haute productivité conduisent à la dégradation des milieux végétaux. Ceci retentit sur l'alimentation du cours d'eau et son débit.

1.5. PROFIL EN LONG

Compte tenu de la longueur du cours d'eau et de la faible altitude à la source, la pente moyenne est de 2,35 m/km (fig. 2). En fait, cette pente est très inégale et l'on constate en amont un grand nombre de seuils, entre les stations 2 et 6, et en aval une plate-forme de tuf au lieu dit "La source des Avens", entre les stations 8 et 9.

Suivant les terrains traversés, on observe d'importantes variations de la pente:

— 0,30% pour la partie en amont, en terrain calcaire, à l'exception d'un tronçon très plat près de la source avec une pente de 0,14% et des zones marécageuses. En général, en amont, on remarque l'absence des portions torrentueuses par suite de la faible pente.

— 0,19% pour le moyen Argens, à partir de Correns jusqu'à Vidauban, où le cours d'eau est en général encaissé dans des plateaux calcaires, avec passage de certains seuils de tuf (aval Carcès à la station 7). Dans ce secteur de Carcès-Vidauban, la rivière présente de nombreuses chutes naturelles constituées par des barrages de tuf formant en amont des plans d'eau profonds et longs.

— 0,15% pour le début de la dépression permienne; le lit subit une rupture de pente à Entraigues dans un seuil de tuf.

— 0,07% à partir de l'entrée dans le massif cristallin jusqu'au golfe de Fréjus.

En aval de Vidauban, le lit est encaissé, car l'Argens traverse le massif des Maures par des gorges jusqu'à l'embouchure de l'Endre.

1.6. CHOIX, EMPLACEMENTS ET DESCRIPTION DES STATIONS

Le choix des stations a été fait en tenant compte des nécessités suivantes:

— répartition régulière des stations le long du cours d'eau; ce choix est conditionné par la possibilité de récolte et l'accessibilité des stations,

— présence d'une grande variété de substrats dans chaque station,

— prospection en aval de chacune des villes importantes, afin d'estimer l'importance de l'impact humain.

Nous avons retenu 11 stations sur la rivière. Pour chaque station sont indiqués dans l'ordre: le repère numérique, l'altitude (en mètres) et la distance de la source (en km).

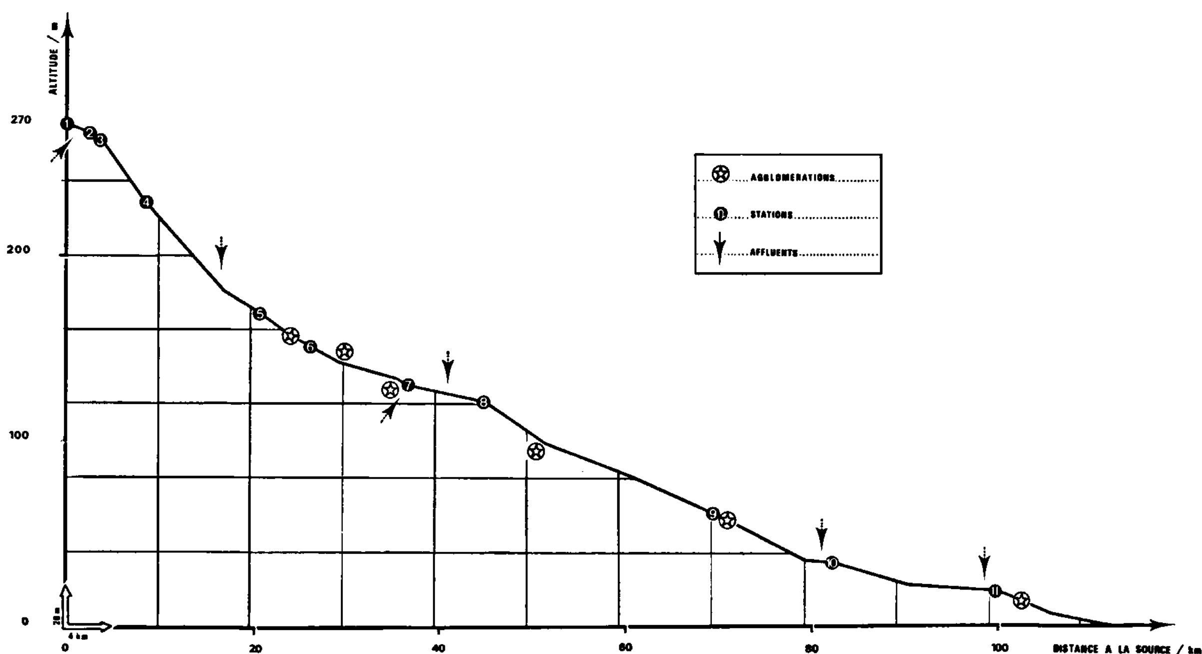


Fig. 2. Profil en long; emplacement des stations.

— Station 1: source d'Argens - 270 m;
— Station 2: zone palustre en aval de la source - 266 m - 3,2 km;
— Station 3: l'Argens en aval des marais - 266 m - 3,4 km;
— Station 4: en aval de Brue-Auriac, au pont de la route départementale 34 - 229 m - 9 km;
— Station 5: en aval de Châteauvert - 169 m - 21 km;
— Station 6: en aval de Correns - 150 m - 27 km;
— Station 7: en aval de Carcès, au-dessus de la station d'épuration - 131 m - 36 km;
— Station 8: entre Carcès et Pont d'Argens, au pont de la D 17 - 119 m - 45 km;
— Station 9: juste en amont de Vidauban - 60 m - 70 km;
— Station 10: entre les Arcs et le Muy, près de la confluence de l'Aille - 36 m - 82 km;
— Station 11: au pont de Roquebrune - 20 m - 100 km.

Station 1: La rivière commence par une grande source karstique qui se présente comme une large vasque. Il en part deux émissaires qui se rejoignent en un gros ruisseau d'une largeur moyenne de 4 mètres.

Le fond de la vasque et celui du ruisseau principal sont occupés par des blocs.[1]) Dans les deux émissaires se trouvent aussi des galets et des graviers. Des végétaux aquatiques *(Apium nodiflorum* et *Scirpus holoschoenus)* poussent dans la vasque d'émergence.

Station 2: Elle se situe à 3 km environ en aval de la source dans une zone palustre correspondant à un élargissement de la vallée. Sur le radier et les rives prolifèrent les végétaux aquatiques enracinés. Juste en amont de cette zone marécageuse, l'Argens reçoit un affluent, le Meironne, très pollué par les rejets des eaux domestiques de la ville de St Maximin et par les rejets de la distillerie "La Provençale".

Station 3: Elle se trouve à 200 m en aval de la station précédente. Après les marais, la vallée se rétrécit à nouveau en creusant son lit dans les couches triasiques. Elle est très ombragée; la vitesse du courant ne dépasse pas 60 cm/s. Le lit est constitué par des cailloux rugueux, alvéolés (tufs); ces cailloux sont enchassés dans un substrat friable.

Station 4: Elle est située après Brue-Auriac dans un petit bassin du cours supérieur. Au niveau de ce palier la rivière est large (8 m) et profonde, avec un écoulement ralenti. Dans quelques rares zones rapides (sous le pont de la route départementale D 34) le fond est constitué par la roche nue recouverte par les mousses encroûtées; le courant le plus fréquent dépasse 100 cm/s (V_m = 130 cm/s). Les berges sont encombrées de végétation arborescente et arbustive.

Station 5: Elle est située après Chateauvert, à 2 km environ en aval de l'embouchure de l'Eau Salée dans l'Argens. La végétation sur les rives est abondante: *Fraxinus angustifolia, Quercus ilex* et *Phragmites communis*. Le lit est formé de galets dont certains sont recouverts d'algues filamenteuses et d'Hépatiques. L'eau est assez claire, le courant est rapide (V_m = 95 cm/s), la largeur est de l'ordre de 8 m.

L'affluent l'Eau Salée, qui draine les eaux résiduaires des tanneries de Barjols, est fortement pollué.

Station 6: Elle se trouve avant la cuvette de Correns. Le lit, de 15 m de large, constitue une zone profonde. Au niveau d'un seuil faisant suite à une retenue, une portion de faible profondeur (10 à 20 cm) a été prospectée, elle est occupée par des blocs encroûtés recouverts d'algues filamenteuses; l'écoulement est rapide (V_m = 90 cm/s).

Station 7: Elle se situe dans la plaine de Carcès juste en aval du village. La rivière a reçu deux affluents importants (Caramy et Issole). Le lit, de 15 à 20 m de large, est parsemé de blocs. Les prélèvements ont eu lieu au niveau d'un seuil à cou-

[1]) Nous adoptons les termes de la classification de Cailleux (1954) qui sera mentionnée plus loin.

rant rapide (valeurs extrêmes: 36-205 cm/s) dont le substrat est formé par des cailloux portant des mousses.

Station 8: A neuf kilomètres en aval de la station précédente (sous le pont de la route départementale D 17), la rivière a une largeur de 20 m; le lit est formé de sables, de galets et de graviers.

A la même station, en aval de la zone de sables, galets, graviers, une portion caillouteuse à courant très rapide (V_m = 130 cm/s) a été prospectée.

Station 9: Elle se trouve à 25 km de la station précédente, juste avant le village de Vidauban. L'Argens traverse des zone de cultures (vignes). La ripisylve est bien développée. Le courant est rapide (V_m = 70 cm/s). Le substrat est formé de galets et de graviers, recouverts d'un périphyton brunâtre; la couche d'eau a une épaisseur réduite et uniforme.

Station 10: Elle se situe dans la dépression permienne, au début d'une gorge; largeur moyenne de 15 m et profondeur importante.

Le cours est parsemé de roches. L'Argens a reçu deux affluents importants (Nartuby sur sa rive gauche et Aille sur sa rive droite).

Les prélèvements ou été effectués sur un substrat formé de blocs et de cailloux. Le courant est rapide (V_m = 65 cm/s).

Station 11: La rivière coule ici en plaine. Elle a reçu l'Endre, affluent de la rive gauche en terrain cristallin. Le courant est faible, l'eau est trouble. Cette basse vallée est constituée d'alluvions récentes perméables. Les berges de terre sont favorables au développement de roseaux.

Dans toutes les stations, les rives sont occupées par une abondante végétation arborescente et arbustive où dominent trois groupements végétaux. Ces ripisylves comprennent essentiellement:
— l'association du Peuplier blanc,
— l'association réunissant, entre autres espèces, l'Aulne glutineux et le Tilleul à feuilles cordées.
— l'association à Aulne glutineux et Frêne oxycarpe.

1.7. COMPOSANTES PHYSIQUES

1.7.1. Débit

L'alimentation de la rivère est presque exclusivement fournie par les précipitations pluvieuses.

La source frontale de l'Argens est importante par sa taille et son débit. L'eau provient d'un réservoir souterrain; la masse d'eau véhiculée est déjà considérable:
— débit de la source le 25 VII 75 : 204 litres/seconde [2])
— débit de la source le 31 III 63 : 578 litres/seconde [2])

En 1976, le débit moyen annuel de l'Argens, à Roquebrune (station 11), est de l'orde 19,82 m^3/s, son débit moyen mensuel varie de 1,80 m^3/s en basses eaux (août) à 40,50 m^3/s en période de crue (avril).

Les débits les plus importants se situent au printemps (mars, avril) et en automne (septembre, octobre). L'étiage a lieu en été (juin, juillet et août) et en hiver (janvier).

Cette rivière méditerranéenne se caractérise par des variations brusques de débit. Par exemple, en 1974, aux Arcs (75 km de la source, entre les stations 10 et 11), le débit est passé de:
— 59 m^3/s le 2 février à 288 m^3/s le 3 février
— 76 m^3/s le 3 mars à 209 m^3/s le 4 mars.

L'influence des précipitations pluvieuses prédomine, elle se traduit par un maximum au printemps et un minimum en été et en hiver.

1.7.2. La vitesse du courant

Elle a été relevée à l'aide du micromoulinet à hélice OTT. La vitesse a été prise à l'endroit où sont effectués les prélèvements de faune benthique, à 5 centimètres du fond.

Des centaines de mesures, effectuées durant l'année 1976 en dehors des périodes de crues, montrent l'existence d'une gamme de vitesses de courant allant de 5 cm/s à 230 cm/s. Les vitesses les plus fréquentes sont de l'ordre de 60 à 80 cm/s et dépassent rarement 100 cm/s.

1.7.3. Température

Les températures (eau et air) ont été relevées une

[2]) Mesures réalisées par le Service Régional d'Aménagement des Eaux (S.R.A.E.).

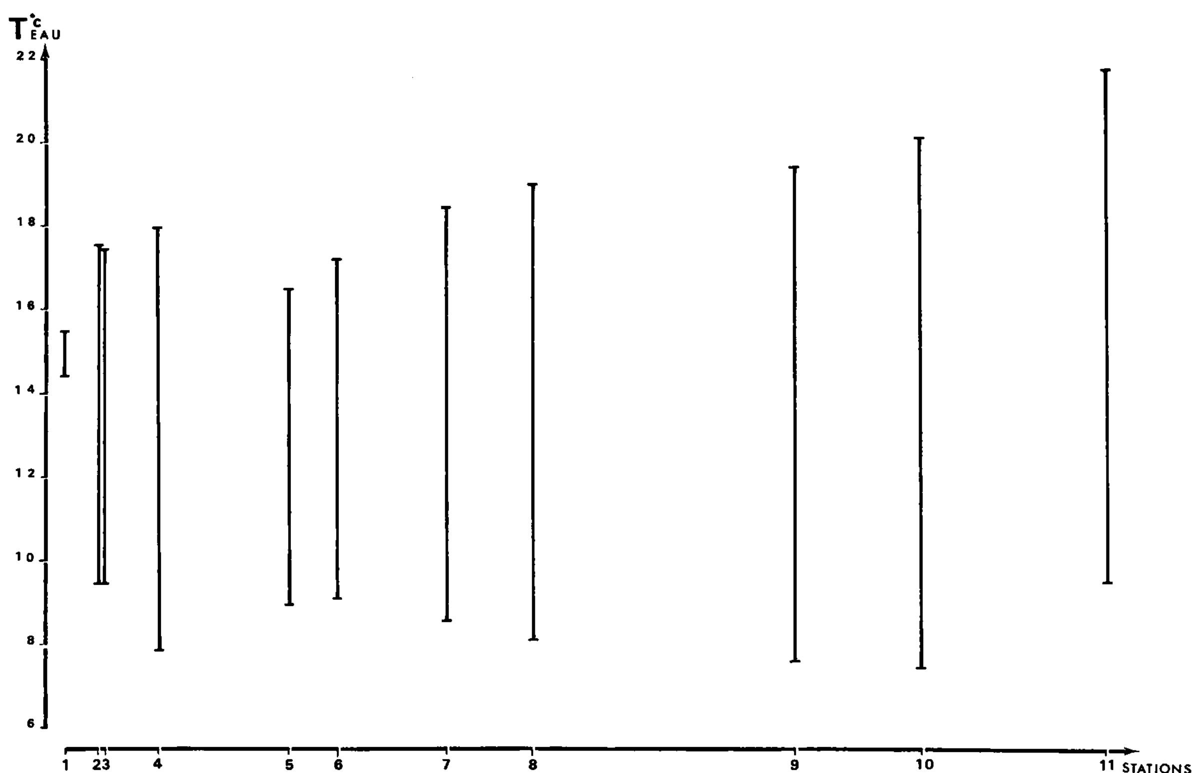


Fig. 3. Température de l'eau: Amplitudes annuelles.

fois par mois en 1976, dans toutes les stations. Elles ont été mesurées à l'aide d'un thermomètre à mercure gradué au 1/10 de degré.

Température de l'eau (fig. 3)
La température de l'eau de la source reste élevée toute l'année et varie peu: entre 14,5 et 15,5 °C.

Dans les autres stations, les températures les plus basses se mesurent en décembre et janvier; le minimum est de 7,4 °C.

De mars à mai, la température se maintient au-dessus de 11 °C.

Les températures maximales sont mesurées en juin et dépassent rarement 20 °C. Le maximum absolu (21,7 °C) a été noté en août à la station 11.

En automne la température est comprise entre 10,1 °C et 15,5 °C.

Pour l'ensemble des stations, l'écart entre la température minimale (7,4 °C) et la température maximale (21,7 °C) pendant la durée de notre étude, a été de 14,3 °C.

Si l'on considère les stations isolément, c'est la station 10 qui présente l'écart annuel maximum (12,6 °C). En fait, les écarts thermiques annuels sont relativement faibles, contrairement à ceux qui ont été mesurés dans d'autres cours d'eau méditerranéens. Ainsi, dans une rivière de Corse, le Tavignano, l'écart thermique atteint et dépasse 20 °C en dessous de 600 m d'altitude; à 300 m d'altitude le minimum thermique est de 4 °C, en janvier, et le maximum de 26 °C, en août (Giudicelli, 1968).

D'après ces résultats, on retiendra:

(1) les fluctuations thermiques de l'eau de l'Argens sont plus importantes en aval que près de la source par suite de l'influence de la température atmosphérique, de la densité moindre du couvert végétal en aval (Δt = 1 °C à la source; Δt = 10,8 °C à la station 8; Δt = 12,6 °C à la station 10);

(2) les marais en amont permettent un réchauffement de surface et jouent un rôle régulateur;

(3) l'Argens coule dans une vallée encaissée presque jusqu'à sa confluence avec l'Aille; la ripisylve constitue un couvert important et le débit

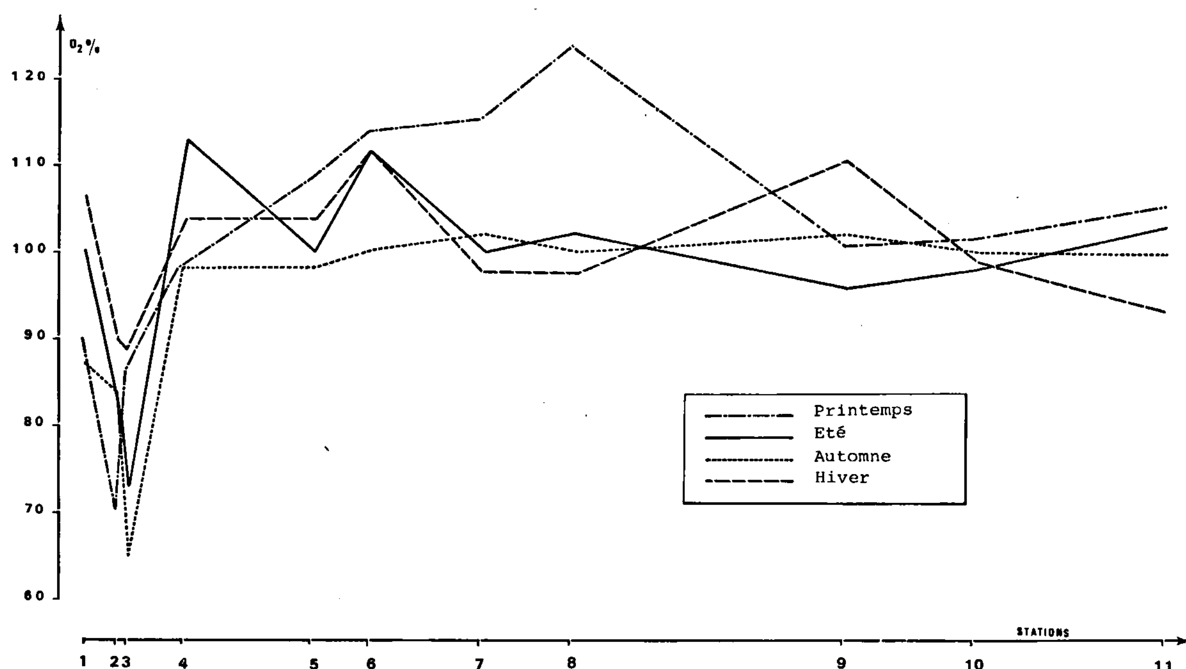


Fig. 4. Evolution longitudinale du pourcentage de saturation en oxygène dissous.

est soutenu. Ainsi, l'eau reste fraîche, même en plein été, en assurant une bonne oxygénation.

1.8. COMPOSANTES CHIMIQUES

Dans chaque station, neuf paramètres chimiques de l'eau ont été mesurés mensuellement: oxygène dissous, chlorures, calcium et magnésium, sulfates, nitrites, nitrates, phosphates, conductivité.

Des graphiques expriment les variations saisonnières des valeurs de chaque paramètre tout le long du cours d'eau. Les valeurs sont interprétées en référence aux classes proposées par Nisbet & Verneaux (1970).

D'autres paramètres chimiques (CO_2 libre, SiO_2, pH) ont été mesurés sur certains échantillons.

1.8.1. Pourcentage de saturation en oxygène dissous (fig. 4)

La teneur en oxygène dissous est mesurée à l'aide d'un appareil de mesure automatique. Tous nos prélèvements ont été réalisés entre 9 heures et 17 heures. Les résultats sont exprimés en pourcentage par rapport à la saturation.

L'eau de l'Argens, sur tout son cours, reste fraîche avec un courant important en toutes saisons. Ceci détermine une bonne oxygénation de l'eau. Cependant la pollution organique venant du Meironne perturbe les conditions d'oxygénation aux stations 2 et 3.

— En hiver, la teneur en oxygène de l'eau oscille autour de la saturation. Les valeurs minimales sont mesurées dans les stations 2 et 3.

— Au printemps, à la suite d'un accroissement de la photosynthèse, la teneur en oxygène atteint des valeurs importantes: 140%, par exemple, dans la station 8. Le faible taux de saturation dans les marais, en aval de la source, nous fait ranger les eaux dans la classe 5 de Nisbet & Verneaux (1970), ce qui indique, selon ces auteurs, une situation dangereuse.

— En été et en automne, les valeurs mesurées sont à nouveau voisines de la saturation à l'exception des deux stations précédemment citées.

1.8.2. Conductivité électrique (fig. 5)

D'une manière générale, tout le long du cours d'eau, la conductivité croît progressivement de l'amont vers l'aval. L'augmentation des sels dissous après le confluence de l'Eau Salée correspond aux apports d'eaux bien minéralisées de cet affluent qui se traduisent surtout par l'augmentation des teneurs en Cl^- et SO_4^{--}.

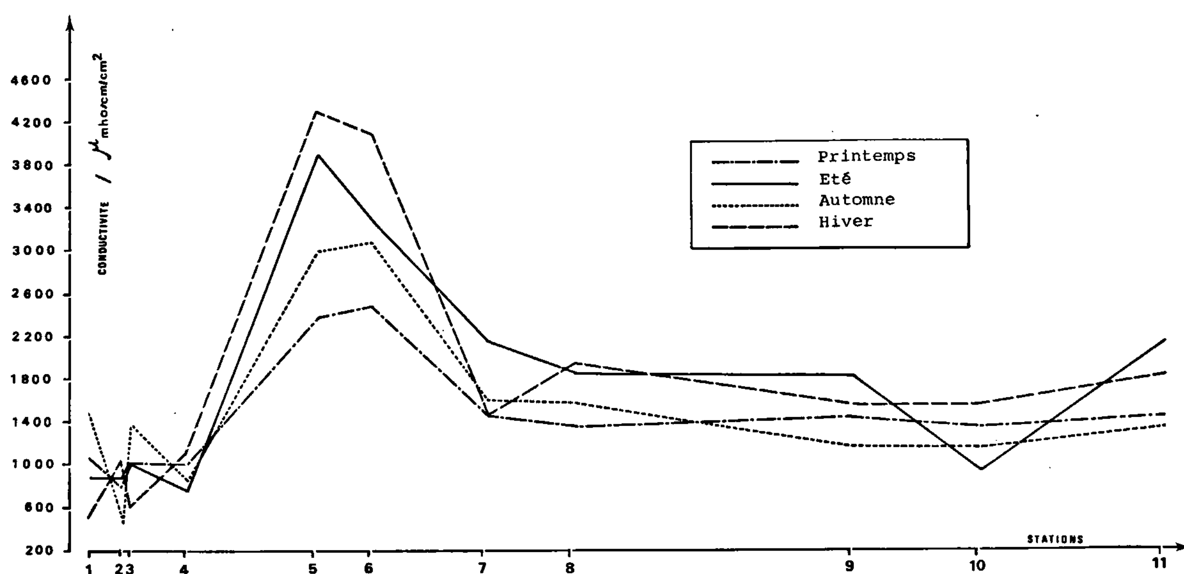


Fig. 5. Evolution longitudinale de la conductivité électrique.

Les mesures effectuées varient entre 560 μmhos/cm/cm² à la source et 4360 μmhos/cm/cm² à la station 5 (après l'embouchure de l'Eau Salée). Ces deux valeurs se trouvent sur le graphique d'hiver.

En été, la conductivité atteint 2200 μmhos/cm/cm² à la station 11.

D'après les indications de Nisbet & Verneaux, ce cours d'eau a une minéralisation très forte. Ils admettent que la situation est particulière ou anormale au-delà de 500 μmhos/cm/cm².

1.8.3. Dureté totale (fig. 6)

La teneur en calcium varie de 84 à 133 mg/l. La concentration des ions Ca^{++} est toujours supérieure à celle des ions Mg^{++} (8 à 31 mg/l). La dureté totale est comprise entre 103 et 160 mg/l; elle présente des valeurs échelonnées sur les trois dernières classes (5, 6, 7) de Nisbet & Verneaux (1970) qui correspondent à des eaux très dures.

Dès l'origine du cours d'eau, la teneur en calcium est de 105 à 125 mg/l, celle en magnésium de 23 à 31 mg/l. Elles augmentent juste après l'embouchure de l'Eau Salée; durant l'année, on note un pic aux stations 5 et 6 (150 mg/l) après cette confluence.

1.8.4. Teneurs en chlorures (fig. 7)

Selon Klein (1959), la teneur en chlorures des

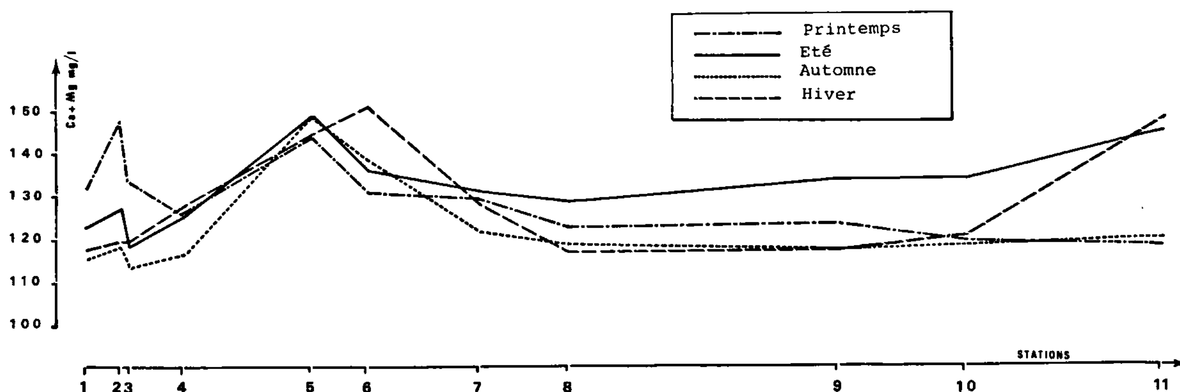


Fig. 6. Evolution longitudinale de la dureté totale.

eaux courantes ne dépasse par 20 mg/l (sauf dans les eaux polluées).

Les valeurs relevées dans l'Argens sont comprises entre 4 et 626 mg/l; les maximums indiquent une situation particulière, liée au lessivage des formations triasiques dans le bassin de l'Eau Salée.

En effet, la situation de l'Argens est particulière car il reçoit un important apport de chlorures par cet affluent.

En amont, avant la confluence (stations 1, 2, 3, 4) la chlorosité est faible, comprise entre 4 et 12 mg/l.

Dans les 7 stations situées en aval de la con-

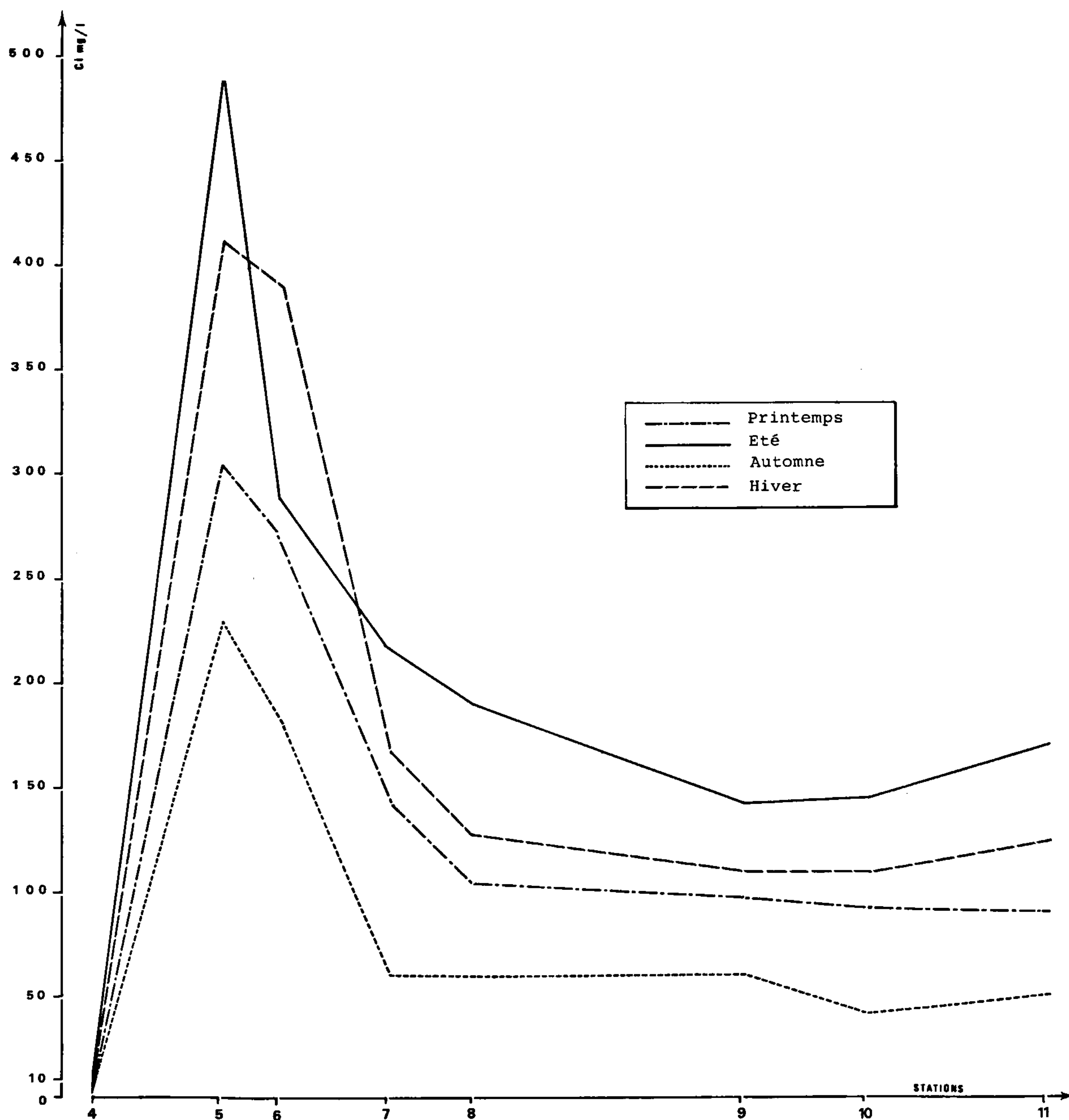


Fig. 7. Evolution longitudinale de la chlorosité.

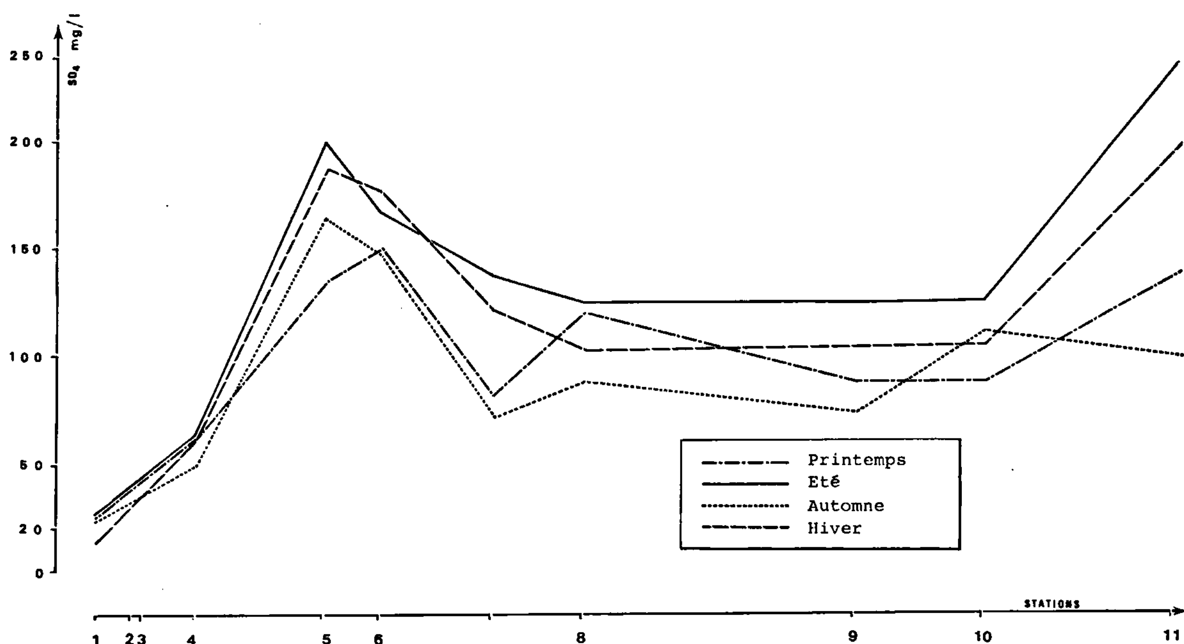


Fig. 8. Evolution longitudinale de la teneur en sulfates.

fluence, les teneurs augmentent fortement, évoluant vers l'aval entre 626 et 137 mg/l le 5 janvier (valeurs maximales), entre 146 et 58 mg/l le 23 avril 1976 (valeurs minimales).

1.8.5. Teneur en sulfates (fig. 8)

En général, la teneur en sulfates des eaux courantes exemptes de pollution, est inférieure à 20 mg/l à l'étiage.

La nature géologique du substrat de l'Argens (Trias) et, à un degré moindre, les effluents urbains fournissent au cours d'eau des apports importants en sulfates.

Dans le cours inférieur, nous avons noté un maximum de concentration à la station 11 le 18 août 1976, avec 264 mg/l, et un minimum le 23 avril 1976, avec 50 mg/l à la station 8.

Au cours de l'année, nous avons pu observer deux pics: l'un en aval de l'embouchure de l'Eau Salée et l'autre à la station 11.

En fait, avant l'embouchure de cet affluent, la teneur en sulfates varie de 10 à 61 mg/l; après l'embouchure, cette teneur passe de 58 à 136 mg/l au printemps, de 51 à 165 mg/l en automne, de 61 à 187 mg/l en hiver et atteint 200 mg/l en été. Elle décroît progressivement jusqu'à la station 10.

Les teneurs en sulfates enregistrées à la station 11, sont toujours fortes (102 mg/l en automne, 201 en hiver, 142 au printemps; 238 à 264 en été).

En général les valeurs maximales observées se situent en été.

Les fortes valeurs à la station 5 résultent de l'apport de l'Eau Salée dont les teneurs sont de l'ordre de 200 à 450 mg/l; celles de la station 11 sont probablement en rapport avec des épandages de sulfates dans les terres agricoles et en particulier dans les vignobles de la basse vallée.

1.8.6. Teneur en phosphates (fig. 9)

Nous avons mesuré des concentrations élevées et une amplitude de variations souvent importante en une même station.

Au cours de l'année 1976, trois pics sont observés le long du cours d'eau.

— Aux stations 2 et 3, les teneurs oscillent entre 240 μg/l le 5 janvier, 70 μg le 8 mars, moins de 10 μg le 23 avril; le 6 mai, elles remontent à 240 μg/l puis diminuent à nouveau jusqu'à moins de 10 μg le 16 décembre. Les teneurs en phosphates décroissent considérablement de janvier à avril.

Les teneurs élevées résultent de l'apport d'un

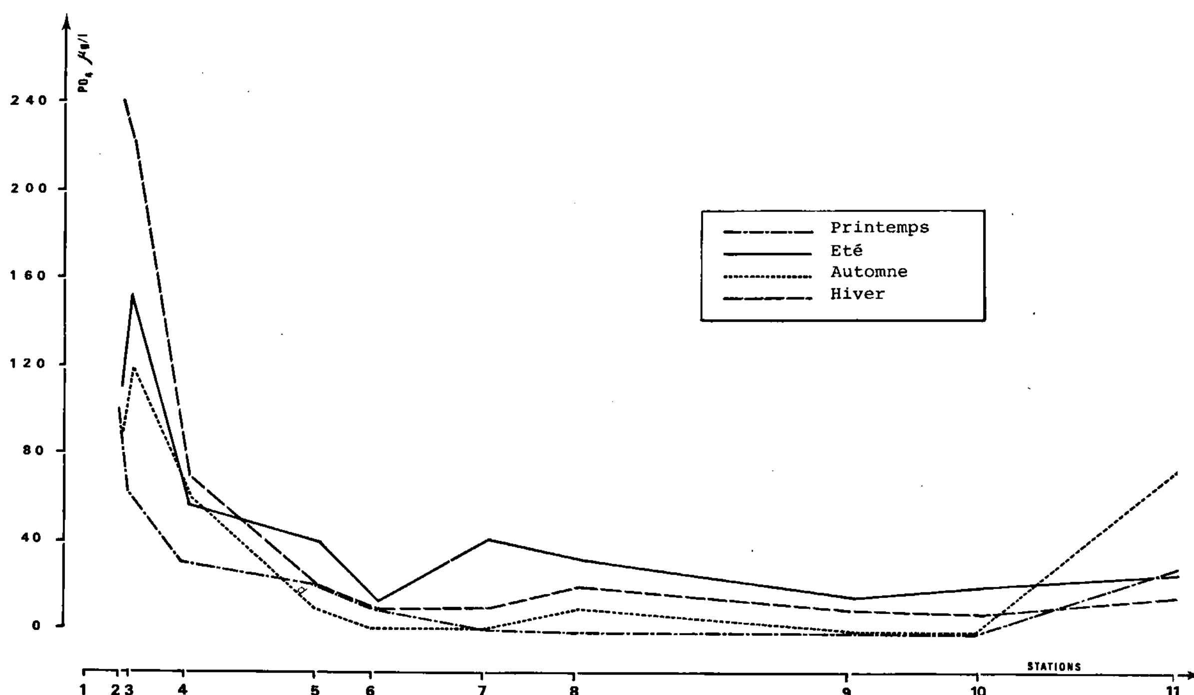


Fig. 9. Evolution longitudinale de la teneur en phosphates.

affluent, le Meironne, pollué par les eaux domestiques; les faibles valeurs correspondent à une dilution lors des précipitations de printemps.

A la station 7, on note 10 µg/l en hiver et 40 µg en été. Cette dernière valeur est en rapport avec la proximité des effluents de la ville de Carcès.

— A la station 11 (Roquebrune), la teneur en phosphates est de 15 µg/l en hiver, 30 µg en été et au printemps, 75 µg en automne.

Les résultats obtenus (valeurs proches de 300 µg/l) indiquent une situation eutrophique aux stations 2 et 3 (selon le classement de Nisbet & Verneaux).

1.8.7. Teneur en nitrates (fig. 10).

La présence de nitrates indique le degré de trophie du cours d'eau (Nisbet & Verneaux, 1970). D'après ces auteurs, l'Argens appartient à la classe 1 ($NO_3 < 1$ mg/l), c'est-à-dire avec les teneurs normales .

Cependant nous avons noté épisodiquement des concentrations plus fortes:

— 130 µg/l à la station 2, le 5 janvier 1976
— 200 µg/ à la station 5 en aval de l'embouchure de l'Eau Salée, le 23 avril 1976
— 100 µg/l à la station 7, le 18 juin 1976
— 140 µg/l à la station 9, le 8 mars 1976.

Ces teneurs plus élevées résultent du lessivage du sol après les fortes pluies (station 9), des apports par les eaux résiduaires (stations 2, 5, 7); ceci apparaît aussi sur le graphique (fig. 10).

1.8.8. Teneurs en nitrites (fig. 11)

En automne on observe les valeurs maximales d'azote nitreux. On a enregistré des valeurs très voisines de zéro à la source; elles passent à 50 µg et 60 µg/l dans les stations 2 et 3, atteignent 160 µg/l à la station 6. Les teneurs diminuent rapidement en hiver et au printemps.

En été on note 2 pics, l'un aux stations 2 et 3 (60 µg/l) et l'autre à la station 6 (40 µg/l).

Nous avons donc aux stations 2, 3 et 6 un état de pollution organique, les nitrites n'étant présents dans les eaux que lorsqu'elles sont insuffisamment oxygénées.

Trois maximums épisodiques ont été notés:

— 75 µg/l aux stations 2 et 3, le 18 juin 1976,

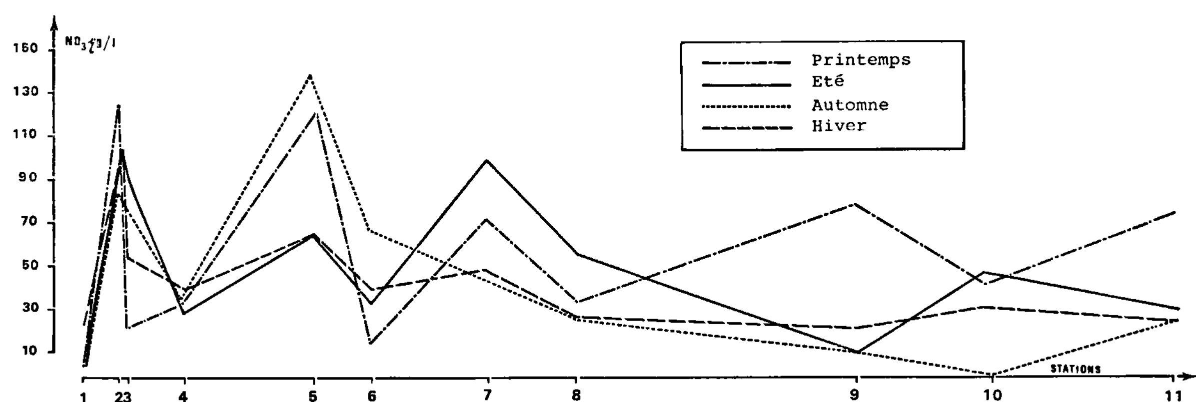


Fig. 10. Evolution longitudinale de la teneur en nitrates.

— 300 μg/l à la station 6, le 13 septembre 1976,
— 65 μg/l à la station 9, le 2 avril 1976.

1.8.9. pH, CO_2 libre, SiO_2

D'après les résultats obtenus sur une partie de l'année (4 à 6 mois, selon les stations), les valeurs du pH sont comprises entre 6,4 et 8.

Les valeurs de CO_2 libre varient entre 11,5 et 81 mg/l; celles de SiO_2 entre 1,8 et 4,9 mg/l tout le long du cours d'eau.

1.8.10. Conclusion

L'originalité de l'Argens réside dans le fait que, sur tout son cours, l'eau reste fraîche et bien oxygénée, même en été.

Du point de vue thermique, les conditions sont très favorables puisque le maximum d'été dépasse rarement 20 °C. Cette situation est due à un débit soutenu tout au long de l'année et à l'importance de la ripisylve qui limite le réchauffement des eaux en été.

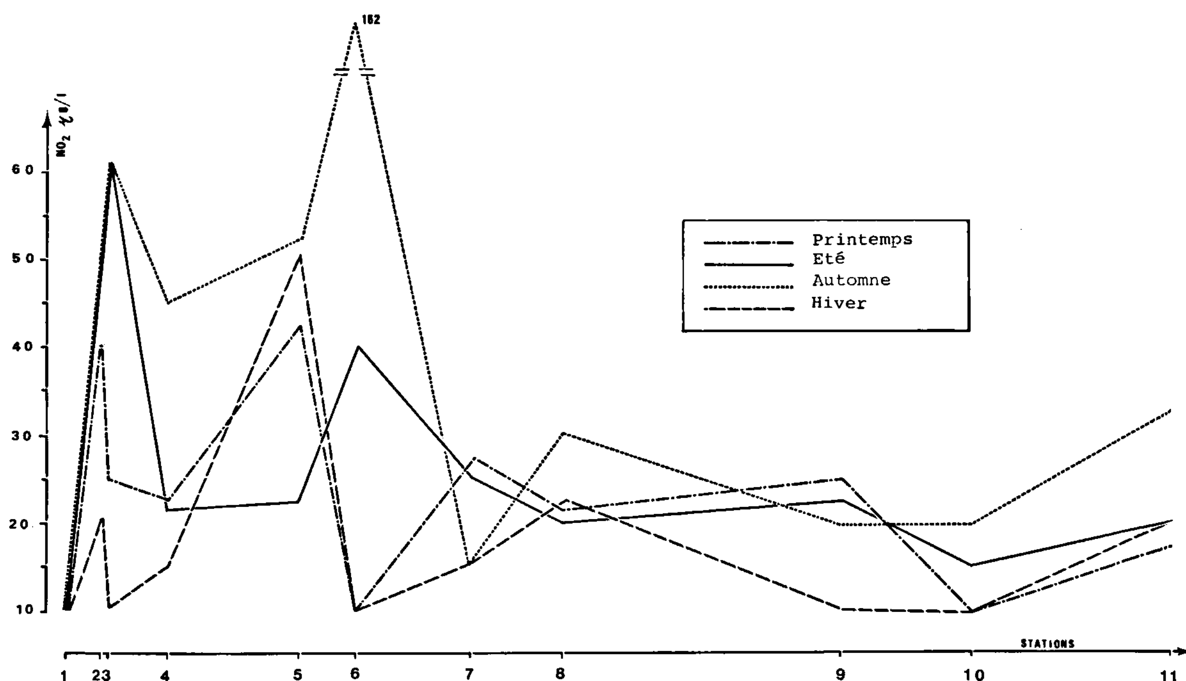


Fig. 11. Evolution longitudinale de la teneur en nitrites.

D'autres particularités sont en rapport avec la nature du substrat géologique: richesse en calcium (> 100 mg/l), très fortes teneurs en sulfates et en chlorures dans les secteurs de l'Eau Salée et de Châteauvert (importance des affleurements du Trias). Il s'agit d'une situation naturelle et ces fortes teneurs ne semblent pas avoir une influence défavorable sur la faune et sur les populations piscicoles en particulier.

Compte tenu de l'altitude faible du bassin versant, de la densité de la population et des activités humaines, la rivière est soumise à de nombreuses agressions; les plus sévères se situent dans le cours supérieur avec deux secteurs où la pollution atteint un seuil critique (assez fortes teneurs en nitrates, nitrites, phosphates, déficit en oxygène):

— au niveau de la confluence du Meironne qui transporte les rejets domestiques de la ville de St Maximin et les rejets saisonniers de la distillerie "La Provençale" et pollue ainsi la partie supérieure de l'Argens,

— en aval de la confluence de l'Eau Salée qui apporte des charges massives de chlorures, de sulfates et surtout les rejets du village de Barjols et des tanneries.

A l'aval de Carcès, la situation est douteuse car les rejets urbains amènent épisodiquement des teneurs plus élevées en phosphates et en nitrates, la période la plus critique se situant en automne après les vendanges lorsque la distillerie du Haut Var fonctionne au maximum et rejette alors les vinasses dans la rivière.

Le marais situé juste en aval de la confluence du Meironne joue en rôle d'épuration car il fonctionne comme bassin de décantation et les végétaux qui s'y développent consomment une partie des nitrates et des phosphates excédentaires.

En aval de l'embouchure de l'Eau Salée et en aval de Carcès, l'importance du débit et du courant assure l'autoépuration en entretenant une bonne oxygénation des eaux.

2 — ÉCHANTILLONNAGE

Dans les onze stations choisies, les habitats, les plus représentatifs font l'objet d'échantillonnage.

Les prélèvements quantitatifs ont été réalisés à l'aide d'un petit filet type Surber permettant d'échantillonner des surfaces de substrat de 250 cm². Dans la plupart des stations les prélèvements quantitatifs ont été réalisés au niveau des seuils, sur des substrats de blocs, cailloux, galets, graviers, sables.

On ne peut récolter ainsi toutes les espèces présentes dans la station car le filet Surber ne peut convenir que pour les substrats stables et exposés au courant.

TABLEAU I. Répartition et effectif des prélèvements.

Stations	Substrat	Matériel de prélèvement	Nombre de séries de prélèvements (1 série = 1 mois)	Nombre de prélèvements par série	Nombre de prélèvements dans l'année	Surface prospectée en m²
1	Hydrophytes submergés	Filet troubleau	11	3	33	14,85
	Graviers, galets	Filet Surber	11	4	44	1,1
	Cailloux, blocs	Filet Surber	11	4	44	1,1
2	Hydrophytes submergés	Filet troubleau	11	3	33	14,85
3	Blocs tuffeux	Filet Surber	10	4	40	1,0
4	Formations encroûtantes friables sur roche nue	Filet Surber	10	4	40	1,1
5	Galets, cailloux	Filet Surber	11	4	44	1,1
6	Formations encroûtantes friables	Filet Surber	11	4	44	1,1
7	Cailloux, blocs	Filet Surber	9	4	36	0,9
8	Graviers, galets, sables, cailloux	Filet Surber	11	4	44	1,1
	Blocs, cailloux	Filet Surber	9	4	36	0,9
9	Galets, graviers, cailloux	Filet Surber	11	4	44	1,1
10	Blocs, cailloux	Filet Surber	10	4	40	1,0
11	Hydrophytes émergés	Filet troubleau	10	3	30	14,85

Total: 552

Des prélèvements "qualitatifs" complètent les précédents; ils ont pour but d'obtenir la meilleure connaissance possible de la faune présente. Les habitats qui ne permettent pas l'utilisation du filet Surber font alors l'objet de prélèvements au filet troubleau. Ainsi, au niveau des biefs calmes, où le substrat est argileux ou vaseux, nous avons fait des prélèvements "qualitatifs" au filet troubleau.

Dans les stations 1, 2 et 11, où les zones lénitiques prédominent, nous avons réalisé des prélèvements quantitatifs à l'aide du filet troubleau (ouverture d'un diamètre de 30 cm) : on drague au filet la végétation aquatique en faisant un aller-retour sur une distance de 1,50 m.

Sur un cycle annuel, de janvier à décembre 1976, 9 à 11 séries de prélèvements quantitatifs ont été réalisés dans chaque station. Au total 552 échantillons ont été ainsi obtenus (tableau I).

Les dénominations "blocs, cailloux, graviers", utilisées ici correspondent à la classification dimensionnelle granulométrique des sédiments de Cailleux (1954). La taille des blocs est supérieure à 20 cm, celle des cailloux est comprise entre 2 et 20 cm, celle des graviers entre 0,2 et 2 cm et celle des sables entre 0,2 et 0,02 cm. On admet que les galets ont une même taille que les cailloux mais leur forme est arrondie et lisse.

3 — LA COMMUNAUTÉ BENTHIQUE

3.1. INVENTAIRE DE LA FAUNE BENTHIQUE ET REMARQUES BIOGÉOGRAPHIQUES

Tous les groupes d'Invertébrés benthiques ont été déterminés jusqu'à l'espèce, à l'exception des Hydracariens et des Diptères Chironomides en raison de difficultés de détermination qu'ils présentaient pour nous.

L'inventaire faunistique figure en annexe. Pour chaque espèce on donne le nombre de stations où elle a été trouvée.

Nous considérons cet inventaire comme à peu près complet, pour les groupes zoologiques considérés, puisqu'il a été établi à la suite de prélèvements de stades aquatiques dans les différents habitats et d'imagos aériennes pendant toute une année avec une fréquence mensuelle. Il apporte d'utiles informations sur le peuplement des eaux courantes du sud-est de la France pour lequel on ne disposait que de données fragmentaires.

De nombreuses espèces sont signalées pour la première fois dans cette région; nous ne mentionnons ici que les plus remarquables.

1. Ephéméroptères. *Baetis buceratus, B. fuscatus, B. niger, Ecdyonurus forcipula, Heptagenia sulphurea, Choroterpes picteti, Potamanthus luteus, Ephoron virgo Oligoneuriella rhenana.*

Cette dernière espèce a une large répartition en Europe moyenne et orientale; en France, elle a été trouvée dans les Vosges, le Massif Central, les Pyrénées et les Alpes, mais elle n'était pas encore connu des régions méridionales. Sa citation du Maroc est erronée; elle y est remplacée par une autre espèce (travail en cours).

2. Plécoptères. Nous avons eu la surprise de récolter *Leuctra occitana* Despax (1 ♂, 1 ♀, 2 larves), espèce considérée comme très rare puisque connue d'une seule station dans la région de Toulouse, au bord de la Garonne (Despax, 1930). Selon Berthélemy (com. verb.) la station du type a disparu par suite d'aménagements. Dans l'Argens elle semble rare, quelques individus ayant été trouvés près de Brue-Auriac (station 4) en décembre; Despax la considérait aussi comme très rare dans la région toulousaine et comme une espèce de fin d'automne.

Sur le plan de la biogéographie il est intéressant de noter aussi la présence d'*Eoperla ochracea,* espèce circum-méditerranéenne signalée dans les Pyrénées Orientales, dans l'Hérault (environs de Montpellier), en Grèce, en Asie Mineure et en Afrique du Nord (Maroc).

La présence de *Dictyogenus ventralis* confirme la validité d'une espèce encore considérée comme douteuse par Illies (1978) dans la Limnofauna. Il semble que ce soit simplement une forme assez rare (Berthélemy, in litt.).

3. Trichoptères. Trente-huit espèces ont été recensées dans notre cours d'eau. L'inventaire de Kiener & Ollier (1970), sur le Gapeau, est incomplet puisqu'il ne mentionne que 12 espèces dans une rivière assez semblable à l'Argens.

Hydropsyche brevis, jusqu'à présent, n'était con-

nue que dans une rivière des Pyrénées Atlantiques (Mosely, 1930); elle est nouvelle pour la zone 13 de la Limnofauna (1978).

Sericostoma galeatum est une espèce méridionale, déjà signalée dans les Alpes Maritimes, le Var et le Nord de l'Italie.

Enfin, nous trouvons, parmi les quatre espèces de Glossosomatidés, *Agapetus cravensis,* dont la distribution semble limitée à la Provence calcaire.

4. Coléoptères. *Phothydraena atrata* est une endémique du Sud-Est méditerranéen français puisque, en dehors de l'Argens, l'espèce est connue seulement dans une autre station dans le Var (Saint-Raphael).

La communauté des Invertébrés de l'Argens a une diversité spécifique plus faible que celle des autres réseaux hydrographiques d'Europe moyenne. Ce fait, déjà mentionné pour deux autres réseaux méridionaux, le Tavignano, en Corse (Giudicelli, 1968) et le haut Sebou, au Maroc (Dakki, 1979), semble être la règle dans les systèmes lotiques méditerranéens.

De ce point de vue, la comparaison est significative avec le peuplement du réseau hydrographique du Doubs (Verneaux, 1973), comme on le voit dans le tableau II.

TABLEAU II. Richesse spécifique de 3 groupes zoologiques dans 4 cours d'eau de régions différentes.

	Doubs	Argens	Tavignano	Haut Sebou
Ephéméroptères	40	21	25	21
Plécoptères	43	7	10	4
Trichoptères	104	38	43	33

3.2. DONNÉES QUANTITATIVES GLOBALES

Le tableau III regroupe les résultats numériques de l'ensemble des prélèvements effectués sur un cycle annuel.

On y trouve:

— pour chaque catégorie taxonomique: l'effectif par station, l'effectif total avec son importance relative dans le peuplement de la rivière,
— pour chaque station: l'effectif des différents groupes systématiques et l'effectif total du peuplement.

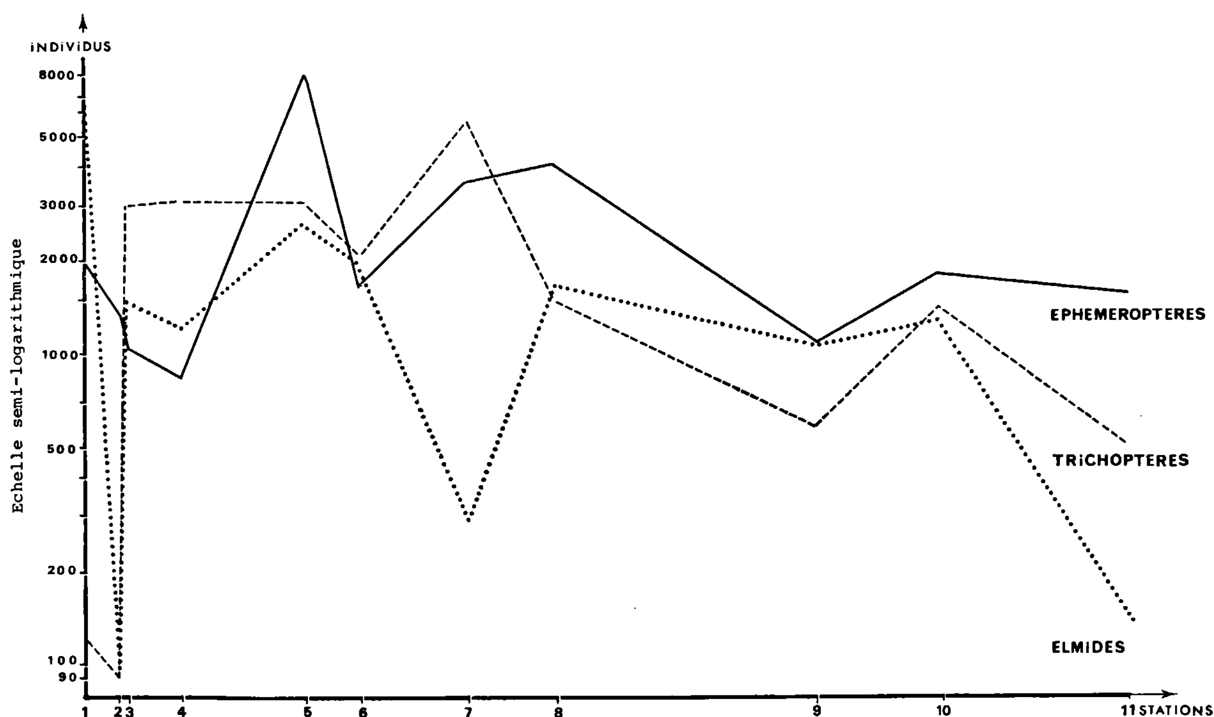


Fig. 12. Variations longitudinales de l'effectif des Ephéméroptères, des Trichoptères, des Coléoptères Elmidés (données concernant l'ensemble des prélèvements de 1976).

TABLEAU III. Nombre d'individus récoltés par groupes zoologiques et par stations.

Groupes / Stations	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total	%
Trichoptères	124	90	3014	3139	3057	2093	5698	1491	581	1431	502	21220	18,04
Ephéméroptères	1998	1390	1064	837	7810	1663	3582	4046	1087	1798	1572	26847	22,83
Plécoptères	19			25	107	4	27	370	152	31	57	792	0,67
Elmidés	7045	135	1499	1234	2587	1975	281	1669	1061	1305	142	18933	16,10
Autres Coléoptères	41	106	16	110	34	10	9	14	5	21	55	421	0,36
Simuliidés	27	211	6582	1485	42	68	598	80	25	17	19	9154	7,78
Autres Diptères	490	54	280	1473	76	664	234	237	30	172	62	3772	3,21
Odonates		443		5	7	4	6	3	4	4	267	743	0,63
Hétéroptères	5	56						13	1	10	181	266	0,23
Hirudinées	1	285	110		8	3			1	1	4	413	0,35
Planaires	128	267	13	27	10	7	32	26	53	251	16	830	0,71
Amphipodes (*Gammarus*)	3132	3391	1427	466	4923	9093	175	286	96	106	19	23114	19,65
Isopodes (*Asellus*)	1	381	248	1	2		8	2		2		645	0,55
Décapodes (*Atyaephyra*)											575	575	0,49
Mollusques	95	562	3848	15	831	120	69	373	615	823	2545	9896	8,41
Nombre total	13106	7371	18101	8817	19494	15704	10719	8610	3711	5972	6016	117621	

La station 5 présente l'effectif le plus important, ensuite viennent dans l'ordre, les stations 3, 6 et 1.

Dans les stations 1 et 5 l'extension des biotopes pétricoles et muscicoles, avec un abondant périphyton, permet le développement d'importantes populations d'Ephéméroptères, de Coléoptères Elmidés et de Gammares, ces derniers surtout abondants à la station 6.

La densité élevée du peuplement de la station 3 s'explique par l'importance des apports organiques qui amène la prolifération des *Hydropsyche* et des Simuliidés.

Sur 117.600 individus figurant dans nos 522 prélèvements, 67.000 appartiennent aux Ephéméroptères, Coléoptères Elmidés et Trichoptères. Ces trois groupes représentent 56,95% du peuplement; le graphique (fig. 12) traduit leur évolution numérique le long du cours d'eau.

La richesse en Elmidés (16% de l'effectif total) a probablement pour cause la teneur élevée en calcium de l'eau; cette relation a déjà été mentionnée (Berthélemy, 1966).

Le faible effectif des Trichoptères et des Elmidés, dans les stations 2 et 11, est dû à l'écoulement ralenti et à la présence d'un substrat meuble. Les Elmidés dominent à la station 1; leur abondance dans les sources s'observe régulièrement en Provence calcaire.

Les Trichoptères ont leur effectif le plus élevé à la station 7 avec dominance des *Hydropsyche;* par ailleurs, cette station présente un peuplement réduit d'Elmidés. Ceci est un effet de la pollution organique.

Le Crustacé Amphipode *Gammarus pulex* réunit 19,65% de l'effectif total, avec un développement maximum dans le cours supérieur. L'Isopode *Asellus aquaticus* développe d'importantes populations (entre 250 et 400 individus/m^2) dans le secteur soumis à une pollution organique (stations 2 et 3). Le Décapode *Atyaephyra desmarestii* est abondant dans le cours inférieur.

3.3 RÉPARTITION LONGITUDINALE DES ESPÈCES

Nous avons limité cette étude à cinq groupes zoologiques (Planaires, Ephéméroptères, Plécoptères, Coléoptères Elmidés, Trichoptères) qui, comme l'ont montré plusieurs travaux antérieurs, présentent une grande valeur pour la caractérisation des biotopes d'eaux courantes et des zones écologiques.

Pour ces groupes, à l'exception des Planaires, nous présenterons, sous forme de graphiques, la répartition des espèces en tenant compte de leur abondance stationnelle définie par le nombre d'individus récoltés sur un mètre carré au cours d'un cycle de 10 mois (en raison de crues violentes, les prélèvements n'ont pu avoir lieu en octobre et novembre).

3.3.1. Planaires

Le remplacement des Planaires le long des cours

d'eau d'Europe Centrale se traduit souvent par la succession suivante:
Crenobia alpina - Polycelis felina - Dugesia gonocephala - Dugesia lugubris. Cette série n'est pas intégralement réalisée dans l'Argens où *C. alpina* manque en raison de la faible altitude et de la température relativement élevée de la source. Néanmoins, la position relative des trois autres espèces est conforme au schéma classique.

En fait, nous observons la succession: *P. felina - D. gonocephala - D. lugubris - D. tigrina,* organisation qui correspond à celle déjà signalée par Légier (1972) dans les cours d'eau de la Provence calcaire.

P. felina est strictement cantonnée dans la source, avec un important effectif (300 individus/m²).

D. tigrina ne figure qu'à la station 10. En Provence elle se trouve généralement aux embouchures des cours d'eau (Légier, 1972).

Dendrocoelum lacteum a été trouvée dans presque toutes les sources en Provence, mais elle apparaît aussi dans les autres secteurs des cours d'eau; sa présence hors des sources semble liée à une certaine teneur en matière organique.

Polycelis nigra réalise son optimum écologique dans les stations 2 et 3; elle est faiblement représentée dans les stations 7 et 8. L'espèce semble être liée aux étangs et aux retenues d'eau; sa présence aux stations 7 et 8 est vraisemblablement due à la proximité du lac de retenue de Carcés qui débouche juste en amont de la station 7.

3.3.2. Ephéméroptères (fig. 13).

Sur 21 espèces recensées dans la rivière, 11 ont une répartition limitée à un secteur du cours d'eau. Ces espèces sténotopes ont un réel intérêt pour la zonation de la rivière et apparaissent comme des indicateurs de zone.

Dans le cours supérieur deux espèces appartiennent à cette catégorie: *Ephemera danica* et *Ecdyonurus forcipula.*

E. danica est localisée dans 3 stations. Les imagos sont régulièrement capturées dans les stations du cours supérieur. Les larves figurent avec un très faible effectif dans les prélèvements; cette rareté n'est qu'apparente car la méthode d'échantillonnage au filet Surber n'est pas adaptée pour la capture de ces organismes qui vivent dans des galeries creusées dans les berges meubles au niveau des zones calmes.

Dans d'autres cours d'eau d'Europe l'espèce n'a pas une signification zonale particulière mais apparaît plutôt comme eurytope (Illies, 1953; Dittmar, 1956; Verneaux, 1973).

E. forcipula ne dépasse pas en aval la station 7; mais, en raison du caractère fondamentalement péricole des larves, l'espèce manque dans les stations

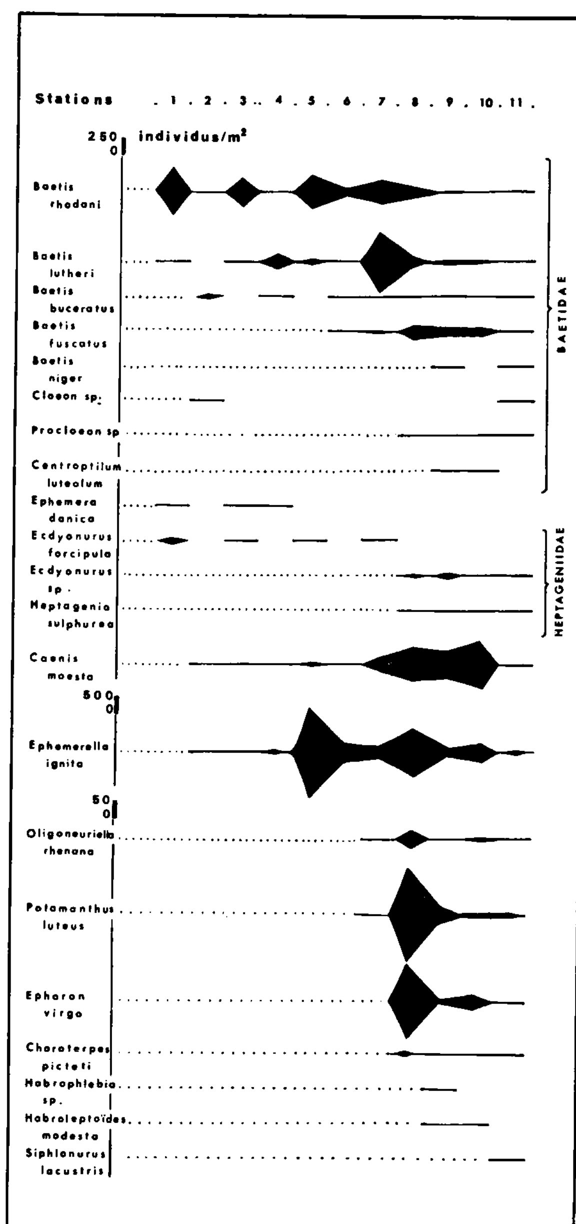


Fig. 13. Variations longitudinales de la densité des populations d'Ephéméroptères.

2, 4 et 6. Il existe deux points de forte concentration: à la source (90 individus/m²) et à la station 5 (20 individus/m²); ce sont les deux stations du cours supérieur les plus favorables à la faune pétricole. En aval, *E. forcipula* fait place à une autre espèce du genre connue uniquement à l'état préimaginal.

Neuf espèces sont cantonnées dans le cours inférieur (station 7 à 11): *Baetis fuscatus, Baetis niger, Procloeon* sp., *Ecdyonurus* sp., *Heptagenia sulphurea, Oligoneuriella rhenana, Potamanthus luteus, Ephoron virgo, Choroterpes picteti.* Ces espèces, dont l'aire géographique s'étend à toute l'Europe, sont caractéristiques des grandes rivières de piemont et de plaine.

Cinq espèces *(Baetis rhodani, B. lutheri, B. buceratus, Caenis moesta, Ephemerella ignita)* ont une large distribution le long de la rivière et apparaissent comme des formes eurytopes. Cependant, *C. moesta* acquiert une certaine signification zonale du fait de son développement plus important dans le cours inférieur. *B. rhodani* est surtout bien représentée dans le cours supérieur et moyen.

En définitive, dans l'Argens, la communauté des Ephéméroptères présente un intérêt certain pour caractériser la partie inférieure de la rivière. Par contre, sa valeur typologique est faible dans la partie supérieure.

3.3.3. Plécoptères (fig. 14).

Leur diversité et leur densité sont faibles dans ce cours d'eau.

La même situation existe dans la partie terminale (vers 250-300 m d'altitude) du Volp, rivière des Pyrénées Centrales étudiée par Berthélemy (1966), où l'on serait près des "limites d'adaptabilité" des Plécoptères.

Dans l'Argens, le secteur le plus exposé à la pollution (stations 2 et 3) ne renferme pas de Plécoptères. Les secteurs faiblement pollués (stations 7 et 11) n'hébergent qu'un effectif réduit.

Malgré la faible altitude du bassin de l'Argens, les 3 espèces à large répartition européenne ont ici les mêmes positions relatives que dans les autres cours d'eau. On observe, d'amont en aval, la succession *Perla marginata - Isoperla grammatica - Leuctra geniculata.*

Perla marginata, limitée au cours supérieur, est

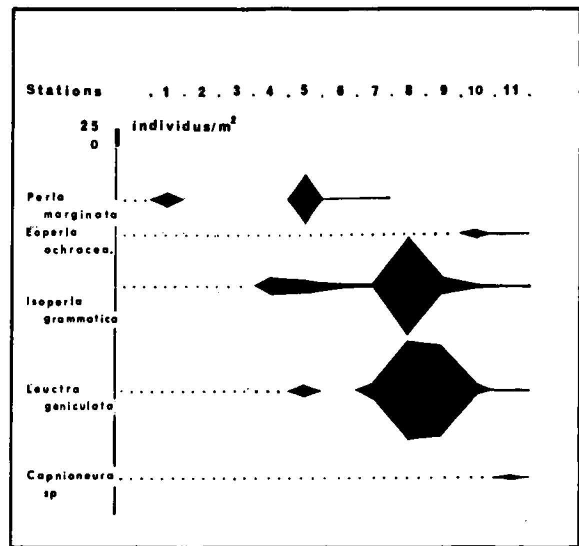


Fig. 14. Variations longitudinales de la densité des populations de Plécoptères.

donc, ici comme ailleurs, inféodée au rhithral sensu lato. *Isoperla grammatica,* espèce plus eurytope, apparaît élective de la zone inférieure du rhithral (métarhithral, selon Verneaux, 1973).

Leuctra geniculata est élective du cours inférieur.

Eoperla ochracea est localisée dans le secteur inférieur de l'Argens. Despax (1932) l'a récoltée dans deux cours d'eau côtiers méditerranéens (la Baillaurie et la Mosson); au Maroc, elle est très commune dans les cours d'eau de basse altitude et remonte jusqu'à 1300 m dans l'Oued Guigou (Dakki, 1979). Elle doit donc être considérée comme caractéristique du potamal (probablement de l'épipotamal) de la région méditerranéenne.

La localisation (stations 7 et 8) de *Dictyogenus ventralis* et sa rareté (4 femelles) confirment les informations bibliographiques sur l'habitat de l'espèce représenté par les grands cours d'eau: Rhin, Doubs, basse Garonne (Verneaux, 1973).

3.3.4. Coléoptères Elmidés (fig. 15).

Nous avons recensé dans l'Argens 39 espèces de Coléoptères réparties en 8 familles. Ici, les Elmidés constituent 95% de l'effectif de la communauté des Coléoptères. Nous avons retenu cette famille pour une analyse autécologique à cause de sa diversité spécifique (12 espèces) et de la haute signification écologique de ses représentants.

La répartition longitudinale des Elmidés dans

l'Argens fait apparaître deux points essentiels déjà mentionnés par Berthélemy (1966) dans les Pyrénées.

1. Le nombre de genres et le nombre d'espèces augmentent d'amont en aval. Ici on relève 5 espèces à la source et 11 espèces à la station inférieure.
2. Les successions longitudinales d'espèces se manifestent dans les genres *Elmis*, *Esolus* et *Limnius*, dans un ordre conforme à celui observé dans d'autres cours d'eau européens et en particulier dans ceux des Pyrénées (Berthélemy, 1966).

Elmis aenea se répartit tout le long de la rivière. Elle est caractéristique élective du cours supérieur (stations 1 à 6), où l'on observe deux maximums, l'un à la source (3360 individus/m²), l'autre à la station 5 (1360 individus/m²). En aval de la station 6, l'espèce est représentée par de petites populations (10 à 20 individus/m²).

Elmis maugetii cohabite avec *E. aenea* dans la plupart des stations. Cependant, c'est une espèce caractéristique élective du cours inférieur car, à partir de la station 7, elle domine largement en effectif *E. aenea*. On constate donc, en tenant compte de l'évolution de l'abondance des deux espèces, le remplacement de *E. aenea* par *E. maugetii* depuis l'amont vers l'aval.

La répartition de *Limnius volckmari* coïncide presque avec celle de *L. intermedius*; la première a été capturée seule aux stations 1, 4 et 6. Lorsque les deux espèces cohabitent dans le cours supérieur la proportion de *L. volckmari* est plus élevée (à la station 5 : 125 individus de *L. volckmari*/m² pour 4 individus de *L. intermedius*/m²).

L. volckmari est une espèce caractéristique élective de la source et du cours supérieur; l'autre est caractéristique élective du cours inférieur (stations 7 à 11) avec une densité maximum à la station 9 (220 individus/m²).

Esolus parallelepipedus manifeste une nette eurytopie puisqu'elle se trouve sur presque tout le cours d'eau; elle n'est absente qu'à la station 2. *E. pygmaeus*, en amont, occupe une seule station (St. 3), en aval, les trois dernières stations et toujours en cohabitation avec l'autre espèce.

Dans les stations où les deux espèces coexistent (St. 3, 9, 10, 11), *E. parallelepipedus* est dominant.

En Europe moyenne, Horion (1955) et Steffan (1961) ont noté le remplacement, d'amont en aval, des trois espèces d'*Esolus*: *E. angustatus* - *E. parallelepipedus* - *E. pygmaeus*. Berthélemy (1966) a observé la même situation dans les Pyrénées où *E. parallelepipedus* se cantonne entre 140 et 1.000 m et *E. pygmaeus* entre 140 et 460 m. Cette disposition se retrouve dans l'Argens puisque *E. pygmaeus* est confinée principalement dans le cours inférieur.

Oulimnius troglodytes, présente à la source, manque au niveau des marais (station 2 et 3), puis sa répartition est continue dans la station 4 jusqu'à l'embouchure.

O. rivularis prend la place de *O. troglodytes* en

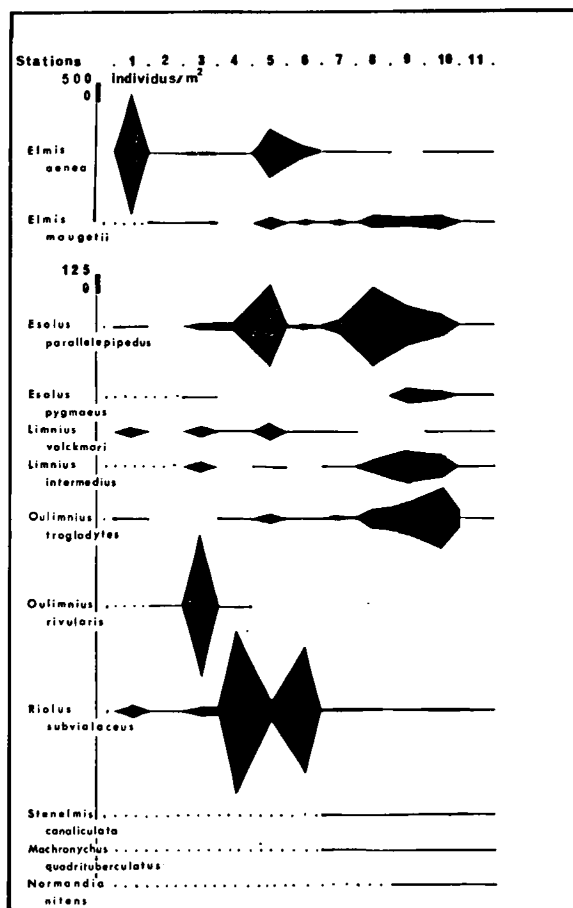


Fig. 15. Variations longitudinales de la densité des populations de Coléoptères Elmidés.

occupant les stations du marais, restant ainsi cantonnées dans le cours supérieur. Pourtant *O. rivularis* occupe dans les réseaux hydrographiques une situation plus basse que l'autre espèce; ainsi d'après Berthélemy (1966), dans la montagne Noire, *O. troglodytes* monte jusqu'à 800 m d'altitude et *O. rivularis* ne dépasse pas 350 m. Le même auteur signale la présence de *O. rivularis* en plaine. La localisation étroite de l'espèce dans le cours supérieur de l'Argens est conditionnée par l'existence des marais à ce niveau; d'ailleurs, en Provence, nous l'avons trouvée dans les marais et étangs de la plaine de Crau (Bouches-du-Rhône).

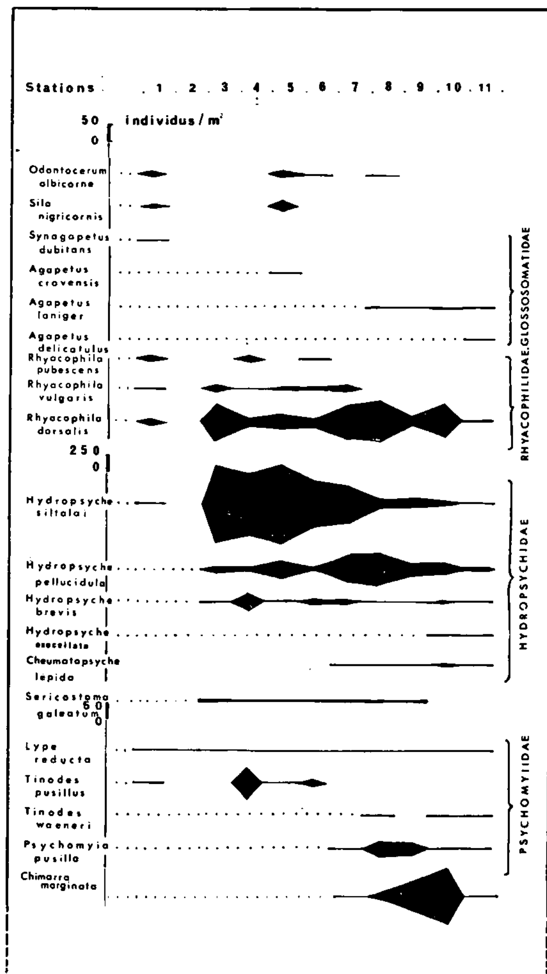
Dans l'Argens deux groupements d'Elmidés se dégagent.

1. Le groupement du cours supérieur (station 1 à 5). Il réunit un ensemble d'espèces assez eurytopes mais électives de ce secteur: *Elmis aenea, Riolus subviolaceus, Limnius volckmari, Esolus parallelepipedus* Par sa composition spécifique et par la dominance de certaines espèces il correspond au "groupement C'2" défini par Berthélemy et qui caractérise les ruisseaux de la Côte d'Or et des Pyrénées.

2. Le groupement du cours inférieur. Il comprend:

— un ensemble d'espèces eurytopes mais électives de ce secteur: *Elmis maugetii, Limnius intermedius, Oulimnius troglodytes, Esolus pygmaeus.*

— un ensemble d'espèces exclusives de ce secteur:



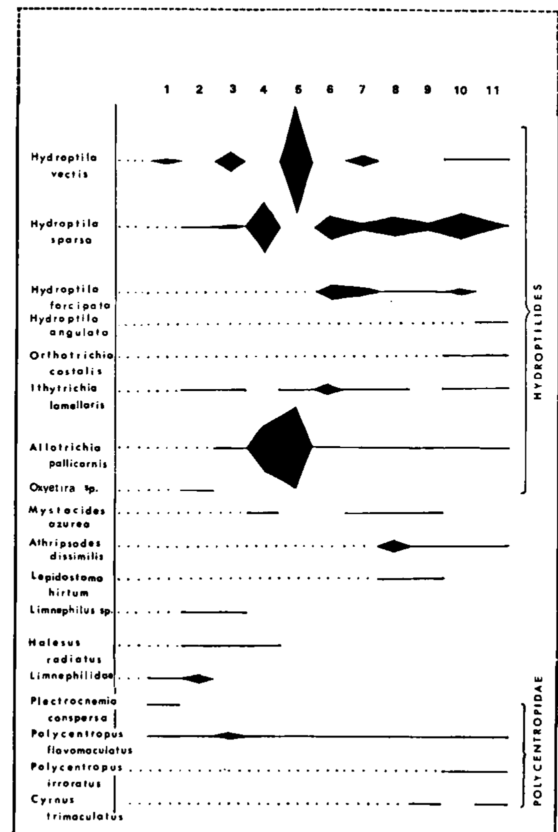


Fig. 16. Variations longitudinales de la densité des populations de Trichoptères.

Stenelmis canaliculata, Macronychus quadrituberculatus, Normandia nitens.

Ce groupement, bien diversifié, se rattache au "groupement D" de Berthélemy qui réunit tous les genres d'Elmidés européens et caractérise les grands cours d'eau.

3.3.5. Trichoptères (fig. 16).

Les Trichoptères constituent des communautés bien diversifiées dans toutes les stations: de 12 à 17 espèces par station depuis la source jusqu'à Carcès (station 7), de 19 à 24 espèces dans le cours inférieur.

Les études monographiques réalisées dans différentes régions d'Europe sur l'ensemble de la communauté benthique d'un réseau hydrographique donné montrent la place primordiale des Trichoptères dans l'analyse biocénotique de cette communauté du fait de leur diversité spécifique et de la signification zonale de nombreuse espèces.

Ainsi, dans l'Argens, plusieurs espèces manifestent une certaine sténotopie et prennent une valeur particulière pour établir une zonation longitudinale ou une biotypologie. Nous retiendrons parmi celles-ci:

— *Synagapetus dubitans* et *Plectrocnemia conspersa*, exclusives de la source,
— *Rhyacophila pubescens, R. vulgaris, Tinodes pusillus, Halesus radiatus, Silo nigricornis*, cantonnées dans le cours supérieur.
— *Agapetus laniger, Cheumatopsyche lepida, Psychomyia pusilla, Chimarra marginata, Athripsodes dissimilis*, réparties dans les quatre ou cinq stations du cours inférieur.
— *Hydropsyche exocellata, Orthotrichia costalis, Polycentropus irroratus, Cyrnus trimaculatus*, dont la distribution se limite aux deux ou trois stations les plus basses.
— *Hydroptila angulata*, exclusive de la dernière station.

D'autres espèces sont moins significatives, parce que présentes dans presque toutes les stations. Néanmoins, leur abondance varie suivant un gradient amont-aval qui permet de définir leur optimum écologique qui, généralement, correspond à une portion limitée du cours d'eau. Ainsi, *Hydropsyche siltalai* et *Allotrichia pallicornis* sont électives du cours supérieur.

Enfin, des espèces sont véritablement eurytopes; présentes dans presque toutes les stations, elles ne dominent dans aucune: *Rhyacophila dorsalis, Hydropsyche pellucidula, Lype reducta.*

4 — RECHERCHE DES STRUCTURES BIOCÉNOTIQUES ET BIOTYPOLOGIQUES

4.1. MÉTHODE: L'ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES

L'analyse factorielle des correspondances est utilisée ici pour la recherche des affinités spécifiques entre 115 espèces et des affinités cénotiques entre 11 stations (tableau IV). Nous avons tenu compte de l'abondance relative des différentes espèces dans les stations où elles figurent.

En France, cette méthode a été utilisée dans le même but par Verneaux (1973). Afin de pouvoir comparer les résultats, nous adoptons le même système de classes d'abondance proposé par cet auteur: l'abondance d'une espèce dans les stations où elle figure est représentée par 5 classes exprimées par des coefficients chiffrés de 1 à 5 [3]).

La matrice des données figure dans le tableau IV. Les affinités entre les espèces et entre les stations sont représentées sur le diagramme de la figure 17 construit avec les axes 1 et 2; ceux-ci extraient respectivement 27% et 23% de l'inertie totale.

La courbe obtenue en joignant les stations successives depuis l'amont vers l'aval est bien différente de la courbe en "U" obtenue par Verneaux (1973) dans le bassin du Doubs. Cette discordance

[3]) Exemple de calcul: *Cheumatopsyche lepida* (Trichoptère).
i = 90 (nombre total d'individus récoltés dans toutes les stations)
N = 5 (nombre de stations où l'espèce a été récoltée)
$\frac{i}{N}$ (ce rapport détermine l'effectif de limite supérieure de la classe centrale — classe 3 —; la limite de la classe supérieure suivante est obtenue en doublant ce chiffre. Le nombre maximum d'individus dans la station optimale est utilisé comme repère de la classe 5).

Classe 1 : 4
„ 2 : 5-9
„ 3 : 10-18
„ 4 : 19-36
„ 5 : > 36

indique une forte discontinuité dans les aspects successivement pris par le peuplement le long de notre rivière; en particulier, les stations 2 et 3 correspondent à un secteur atypique (zone des marais) qui modifie considérablement la structure de la courbe classique.

Les affinités entre les espèces apparaissent en fonction de leur position relative sur le plan des deux axes considérés. Nous recherchons des espèces structurales, espèces définies par Verneaux comme ayant une forte participation (contribution relative) aux deux axes considérés.

A partir de ces espèces nous dégageons des

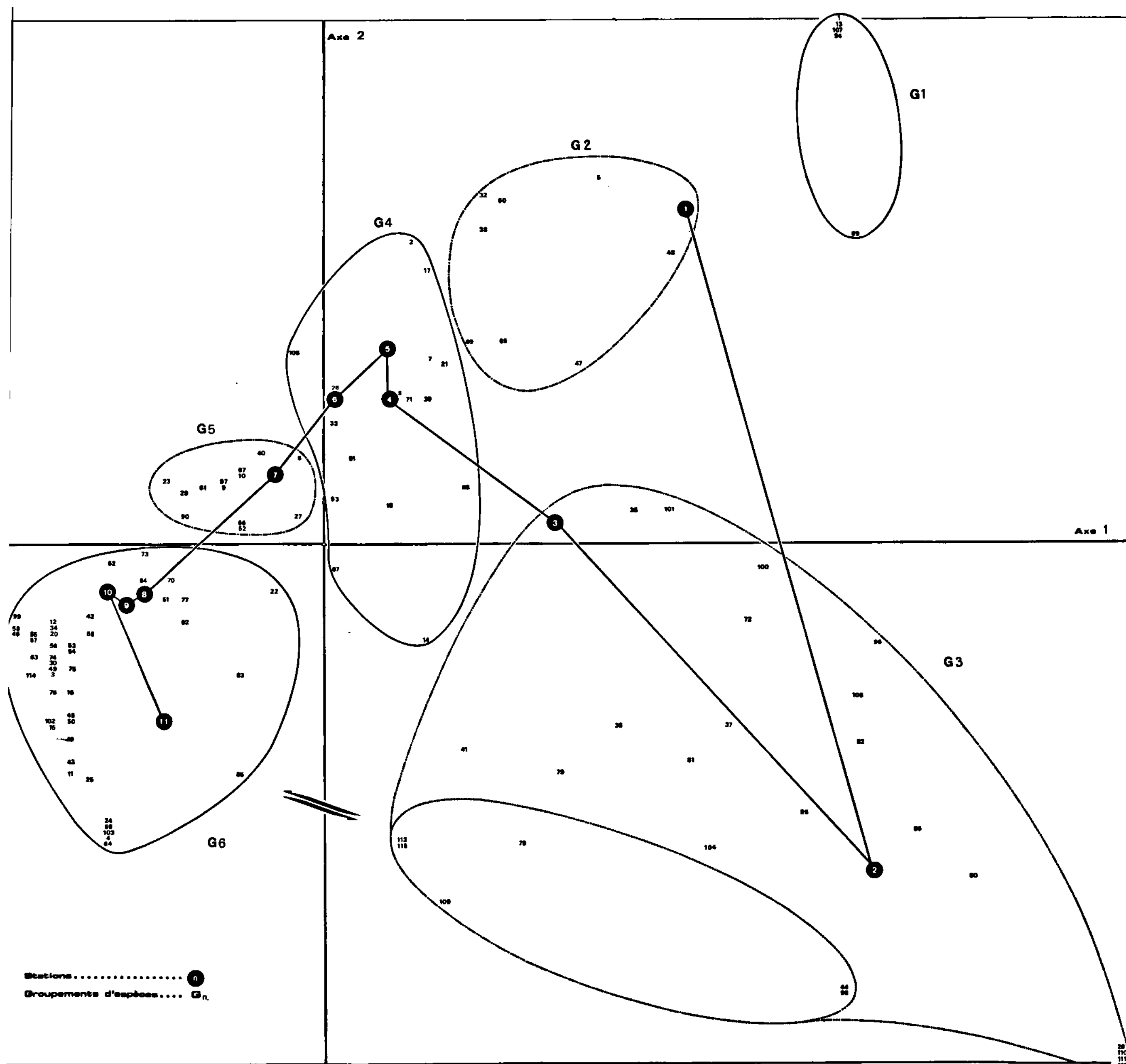


Fig. 17. Diagramme d'affinités entre les espèces et entre les stations: délimitation des groupements d'espèces et distribution des stations dans le plan des deux premiers axes.

TABLEAU IV. Matrice des données.

Espèces / Stations		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
TRICHOPTÈRES												
Synagapetus dubitans	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agapetus cravensis	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Agapetus laniger	3	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Agapetus delicatulus	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Rhyacophila pubescens	5	4	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0
Rhyacophila dorsalis	6	2	0	4	2	3	3	4	5	2	4	1
Rhyacophila vulgaris	7	1	0	4	2	3	4	5	0	0	0	0
Hydropsyche siltalai	8	1	0	5	4	5	4	4	1	1	1	1
Hydropsyche pellucidula	9	0	0	2	2	4	2	4	5	3	4	1
Hydropsyche brevis	10	0	0	1	5	0	2	4	2	1	4	1
Hydropsyche exocellata	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
Cheumatopsyche lepida	12	0	0	0	0	0	0	1	5	3	5	1
Plectrocnemia conspersa	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polycentropus flavomaculatus	14	0	5	5	1	1	1	3	5	2	2	2
Polycentropus irroratus	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Cyrnus trimaculatus	16	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
Tinodes pusillus	17	1	0	0	5	1	3	0	0	0	0	0
Lype reducta	18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tinodes waeneri	19	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3
Psychomyia pusilla	20	0	0	0	0	0	0	1	5	4	3	2
Hydroptila vectis	21	2	0	3	0	5	0	2	0	0	1	1
Hydroptila sparsa	22	0	2	1	4	0	3	1	3	1	3	5
Hydroptila forcipata	23	0	0	0	0	0	5	4	1	2	4	0
Hydroptila angulata	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Orthotrichia costalis	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
Oxyethira sp.	26	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ithytrichia lamellaris	27	0	1	2	0	3	5	1	3	0	2	3
Allotrichia pallicornis	28	0	0	1	5	5	1	1	1	1	1	1
Mystacides azurea	29	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0
Athripsodes dissimilis	30	0	0	0	0	0	0	0	5	2	2	2
Lepidostoma hirtum	31	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Silo nigricornis	32	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
Sericostoma galeatum	33	0	0	2	3	2	2	2	2	2	0	0
Chimarra marginata	34	0	0	0	0	0	0	1	2	4	5	1
Halesus radiatus	35	0	3	3	4	3	0	0	0	0	0	0
Limnephilus sp.	36	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Limnephilidae	37	1	5	3	0	0	0	0	1	2	0	0
Odontocerum albicorne	38	5	0	0	0	4	3	0	1	0	0	0
EPHÉMÉROPTÈRES												
Baetis rhodani	39	5	1	5	1	5	3	4	3	2	1	1
Baetis lutheri	40	1	0	1	4	2	1	5	4	2	2	1
Baetis buceratus	41	0	5	0	1	0	1	1	2	1	1	3
Baetis fuscatus	42	0	0	0	0	0	1	3	5	3	4	4
Baetis niger	43	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4
Cloeon sp.	44	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Procloeon sp.	45	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	5
Centroptilum luteolum	46	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Ephemera danica	47	1	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0
Ecdyonurus forcipula	48	5	1	1	0	3	0	1	0	0	0	0
Ecdyonurus sp.	49	0	0	0	0	0	0	0	3	4	3	3
Heptagenia sulphurea	50	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	5
Caenis moesta	51	0	1	1	1	1	1	3	5	4	5	4
Ephemerella ignita	52	0	1	1	1	5	3	3	5	2	3	4
Oligoneuriella rhenana	53	0	0	0	0	0	0	1	5	3	3	3
Potamanthus luteus	54	0	0	0	0	0	0	1	5	3	1	3
Ephoron virgo	55	0	0	0	0	0	0	0	5	2	3	1
Choroterpes picteti	56	0	0	0	0	0	0	0	4	1	1	1
Habrophlebia sp.	57	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Habroleptoides modesta	58	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Siphlonurus lacustris	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Espèces / Stations		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PLÉCOPTÈRES												
Perla marginata	60	3	0	0	0	5	1	1	0	0	0	0
Isoperla grammatica	61	0	0	0	3	3	1	1	5	3	1	1
Leuctra geniculata	62	0	0	0	0	2	0	2	5	5	2	1
Eoperla ochracea	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1
Capnioneura sp.	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
ELMIDAE												
Elmis aenea	65	5	1	2	1	5	3	1	1	0	1	1
Elmis maugetii	66	0	1	2	0	4	3	3	4	4	5	1
Esolus parallelepipedus	67	1	0	2	2	5	2	2	5	4	3	1
Esolus pygmaeus	68	0	0	1	0	0	0	0	0	5	4	1
Limnius volckmari	69	4	0	4	1	5	1	2	0	0	2	1
Limnius intermedius	70	0	0	3	0	1	0	1	4	5	5	1
Riolus subviolaceus	71	2	1	2	5	2	5	1	1	1	1	1
Oulimnius rivularis	72	0	2	5	1	0	0	0	0	0	0	0
Oulimnius troglodytes	73	1	0	0	1	2	1	1	4	5	5	3
Stenelmis canaliculata	74	0	0	0	0	0	0	1	1	1	5	3
Macronychus quadrituberculatus	75	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	3
Normandia nitens	76	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
MOLLUSQUES												
Ancylus fluviatilis	77	0	1	1	0	4	0	1	3	4	5	5
Acroloxus lacustris	78	0	5	1	0	0	0	0	0	3	0	4
Anisus albus	79	0	5	3	0	0	0	1	1	1	1	3
Anisus contortus	80	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Anisus complanatus	81	0	4	0	2	0	0	0	1	1	0	0
Anisus crista	82	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Lymnaea peregra	83	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	5
Lymnaea truncatula	84	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
Physa acuta	85	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	5
Succinea elegans	86	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Valvata macrostoma	87	0	0	5	0	0	0	4	1	0	1	3
Belgrandia marginata	88	1	1	5	1	2	1	1	1	1	1	1
Bythinella viridis	89	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamopyrgus jenkinsi	90	0	0	0	1	5	3	2	2	4	4	4
Theodoxus danubialis	91	1	0	5	1	4	1	1	1	2	3	1
Bithynia tentaculata	92	0	0	1	1	0	1	1	1	1	2	5
Pisidium sp.	93	1	0	5	0	2	1	1	2	4	1	1
PLANAIRES												
Polycelis felina	94	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polycelis nigra	95	0	5	2	0	0	0	1	1	0	0	0
Dendrocoelum lacteum	96	2	5	3	0	1	0	0	0	0	0	0
Dugesia gonocephala	97	2	0	1	3	1	1	3	3	4	5	1
Dugesia lugubris	98	0	5	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Dugesia tigrina	99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
HIRUDINÉES												
Glossiphonia complanata	100	4	5	4	0	1	0	0	0	0	1	1
Glossiphonia heteroclita	101	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Helobdella stagnalis	102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Hemiclepsis marginata	103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Piscicola geometra	104	0	5	1	0	1	0	0	0	0	0	3
Batracobdella verrucata	105	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Erpobdella octoculata	106	1	5	4	0	0	1	0	0	0	0	0
Erpobdella testacea	107	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dina lineata	108	0	0	0	0	5	0	0	0	1	1	0
HÉTÉROPTÈRES												
Naucoris maculatus	109	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Sigara venusta	110	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sigara dorsalis	111	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Micronecta sp.	112	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plea leachi minutissima	113	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Aphelocheirus eastivalis	114	0	0	0	0	0	0	0	5	1	2	1
Notonecta maculata	115	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0

noyaux structuraux qui sont constitués par un ensemble d'espèces rassemblées autour d'une ou plusieurs espèces structurales.

Sur le graphique on peut aussi distinguer d'autres noyaux qui ne sont pas définis par la présence d'espèces structurales; ils se composent soit d'espèces eurytopes, soit d'espèces sténotopes.

Plusieurs noyaux peuvent être inclus dans une unité biocénotique supérieure: le groupement d'espèces.

Groupement d'espèces et noyaux ont été déterminés sur le graphique en tenant compte aussi de la répartition des espèces et de leur abondance tout le long du cours d'eau.

4.2. RÉSULTATS

4.2.1. Signification des axes

L'axe 1: Sur cet axe, les stations, à l'exception des deux extrêmes, sont réparties de droite à gauche dans l'ordre altitudinal décroissant. L'axe 1 représenterait donc la succession amont-aval des stations et des espèces. Cette interprétation est en accord avec celle de Verneaux (1973).

L'axe 2: Sur le diagramme construit avec les axes 1 et 2, deux stations (1 et 2) ont des positions opposées et éloignées de l'origine des axes. Leur faune comprend des espèces qui ne figurent pas ailleurs:

— *Synagapetus dubitans, Plectrocnemia conspersa* et *Polycelis felina* qui vivent exclusivement dans la source et sont des espèces sténothermes,

— *Oxyethira* sp., *Sigara venusta, Anisus complanatus. Dugesia lugubris* et *Polycelis nigra,* exclusives du marais et espèces lénitophiles ou thermophiles.

Pour les espèces de ces deux stations, leur distribution de haut en bas sur l'axe 2 semble correspondre à un gradient thermique croissant, ou plutôt à une eurythermie croissante des organismes.

On constate également que les espèces situées dans le quadrant inférieur gauche sont localisées dans le cours inférieur (stations 10 et 11) et présentent une nette tendance eurytherme, sinon thermophile. Citons parmi elles: *Baetis niger, Centroptilum luteolum, Procloeon* sp., *Hydropsyche exocellata, Polycentropus irroratus, Stenelmis canaliculata. Psychomyia pusilla* ... En outre, ces espèces se situent, sur l'axe 2, au même niveau que les espèces caractéristiques des marais du cours supérieur.

L'axe 2 semble donc représenter le facteur thermique.

4.2.2. Affinités spécifiques et cénotiques:
Recherche des structures biocénotiques de l'Argens

Nous avons reconnu sur le diagramme construit avec les axes 1 et 2 (fig. 17) six groupements de significations différentes:

- un groupement particulier qui correspond à une situation atypique: G3;
- trois groupements principaux correspondant probablement à des unités biocénotiques majeures car ils sont bien définis par des espèces caractéristiques: G1, G4, G6;
- deux groupements de transition qui marquent le passage entre les trois groupements précédents: G2, G5.

Au sein de ces groupements, apparaissent des noyaux d'affinités; nous en avons retenu 12.

Nous présentons ici la succession des groupements et des noyaux depuis la source jusqu'à l'embouchure.

(1) Groupement de la source (G1)

• Noyau 1. Il comprend trois espèces exclusives de la source: *Polycelis felina, Plectrocnemia conspersa, Synagapetus dubitans.*

Une espèce très abondante dans la source et caractéristique de ce biotope: **Bythinella viridis** [4]) (Gasteropoda), qui s'étend sporadiquement jusqu'à la station 3.

(2) Groupement de transition source - Cours supérieur (G2)

• Noyau 2. Il regroupe un ensemble d'espèces sténotopes: **Ecdyonurus forcipula**, *Perla marginata, Rhyacophila pubescens, Silo nigricornis.*

• Noyau 3. C'est un ensemble d'espèces eurytopes: *Elmis aenea, Limnius volckmari* (les plus fréquentes), *Odontocerum albicorne, Ephemera danica* (sporadiques). Ce dernier noyau traduit une affinité entre les peuplements des stations 1 et 5.

Ces deux groupements se rapportent au peuplement de la station 1. Cette station est, en fait,

[4]) Les espèces structurales sont en caractères gras.

composite; elle regroupe à la fois des sources et un émissaire large et à fort débit qui collecte 2 ruisseaux de sources.

Le groupement 1 est caractérisé par des espèces crénobiontes et crénophiles; le groupement 2 apparaît comme un groupement de transition entre le crénon et le rhithron.

(3) Groupement des marais en aval de la source (G3)

Ce groupement d'espèces, assez diffus, correspond aux marais en aval de la source et recouvre deux stations (2 et 3). Il occupe un vaste espace sur le graphique dans le quadrant inférieur droit, en raison de sa situation atypique par rapport au schéma classique de la zonation dans les eaux courantes. Il regroupe un ensemble d'espèces à tendance limnophile et présente des affinités avec le peuplement du cours inférieur. Il reçoit, en outre, l'influence du groupement précédent en raison de sa proximité avec la source.

Nous trouvons trois noyaux d'affinité:

• Noyau 4. La station 2 occupe sur le graphique, une position très éloignée de l'origine des axes. Les espèces "responsables" de cet éloignement extrême (*Oxyethira* sp., *Sigara venusta*, *Sigara dorsalis*, *Micronecta* sp.) sont exclusives de la station 2 et constituent ce noyau. Ce sont pour la plupart des formes nageuses (3 espèces d'Hétéroptères) d'eau calme.

• Noyau 5. Les espèces qui le constituent occupent sur le graphique, une bande transversale qui tend à rejoindre le dernier groupement (G6). On y trouve des espèces dont la répartition est limitée aux stations du cours inférieur, à la station 11 en particulier, et aux marais de la station 2. Ce sont *Dugesia lugubris*, *Acroloxus lacustris*, *Cloeon* sp., *Naucoris maculatus*, *Plea leachi minutissima* et *Notonecta maculata;* ces formes se trouvent généralement dans les biotopes lénitiques et potamiques.

• Noyau 6. Les autres espèces du groupement G3 constituent ce noyau. Elles ont une distribution longitudinale assez étendue, mais présentent leur densité la plus élevée dans les stations 2 et 3: *Anisus crista*, *Anisus contortus*, *Anisus complanatus*, *Anisus albus*, *Belgrandia marginata*, *Dendrocoelum lacteum*, *Polycelis nigra*, *Glossiphonia complanata*, *Glossiphonia heteroclita*, *Erpobdella octoculata*. *Piscicola geometra*, **Halesus radiatus**, *Limnephilus* sp., *Baetis buceratus*, *Oulimnius rivularis*.

(4) Groupement du cours supérieur (G4)

Sur le graphique, il se rapporte aux stations 4, 5 et 6 et comprend deux noyaux d'affinités:

• Noyau 7. *Rhyacophila vulgaris*, *Tinodes pusillus*, *Agapetus cravensis*, *Dina lineata*. Ces espèces vivent préférentiellement dans ce secteur de la rivière. *Rhyacophila vulgaris* remonte jusque dans la source. Les deux dernières espèces de Trichoptères ont été récoltées en nombre réduit.

• Noyau 8. Il comprend un ensemble d'espèces eurytopes qui vivent dans presque toutes les stations de la rivière mais qui présentent leur maximum de densité dans les stations du cours supérieur: *Allotrichia pallicornis*, *Hydropsyche siltalai*, *Hydroptila vectis*, *Baetis rhodani*, *Riolus subviolaceus*, *Theodoxus danubialis*.

Deux autres espèces peu abondantes, mais eurytopes dans cette rivière (*Lype reducta*, *Sericostoma galeatum*), ont été récoltées dans les portions calmes.

(5) Groupement de transition cours supérieur - cours inférieur (G5)

• Noyau 9. Ce groupement, assez bien individualisé, est le plus proche de l'origine des axes; il renferme donc une majorité d'espèces eurytopes. Les plus fréquentes et les plus abondantes sont **Hydropsyche pellucidula**, *Isoperla grammatica*, *Baetis lutheri*. *Elmis maugetii*, *Esolus parallelepipedus*, *Ephemerella ignita*, *Rhyacophila dorsalis*, *Hydropsyche brevis*. On y trouve aussi *Mystacides azurea* qui, dans nos relevés benthiques, est assez rare. C'est en fait une espèce d'eau calme ou stagnante; nous avons capturé régulièrement les imagos au bord des briefs d'eau calme et profonde.

Quelques autres espèces de ce groupement sont aussi présentes dans presque toutes les stations mais ont une abondance maximale à partir des stations 5, 6 ou 7: *Dugesia gonocephala*, *Potamopyrgus jenkinsi*, *Caenis moesta*, *Hydroptila forcipata*. Elles

sont contiguës au groupement du cours inférieur G6.

(6) Groupement du cours inférieur (G6)
Il renferme les espèces situées dans les valeurs négatives.

• Noyau 10. Il est formé essentiellement d'espèces eurytopes dont la distribution s'étend à presque toutes les stations de l'Argens mais qui réalisent leur optimum écologique (leurs populations les plus abondantes) dans les quatre stations d'aval. Ce sont *Oulimnius troglodytes, Hydroptila sparsa, Leuctra geniculata, Limnius intermedius, Lymnaea truncatula, Caenis moesta, Ancylus fluviatilis, Bithynia tentaculata.*

On y range aussi les deux Gastéropodes *Lymnaea peregra* et *Physa acuta* qui, sur le graphique, s'éloignent des espèces précédentes du fait de leur présence dans les marais du cours supérieur.

• Noyau 11. Ce noyau structural renferme des espèces caractéristiques du potamon (Illies & Botosaneanu, 1963; Verneaux, 1973; Giudicelli & Talin, 1977; Botosaneanu, 1979): *Dugesia tigrina, Baetis fuscatus, Cheumatopsyche lepida, Habroleptoides modesta, Chimarra marginata, Centroptilum luteolum, Ephoron virgo, Psychomyia pusilla, Esolus pygmaeus, Habrophlebia* sp., *Choroterpes picteti, Lepidostoma hirtum, Oligoneuriella rhenana, Potamanthus luteus, Eoperla ochracea, Stenelmis canaliculata, Aphelocheirus aestivalis, Agapetus laniger, Normandia nitens, Cyrnus trimaculatus, Procloeon* sp., *Helobdella stagnalis,* **Heptagenia sulphurea**, *Polycentropus irroratus,* **Tinodes waeneri**, *Baetis niger, Hydropsyche exocellata, Orthotrichia costalis.*

• Noyau 12. Il renferme des espèces écologiquement similaires, exclusives de la station 11: *Hydroptila angulata, Siphlonurus lacustris, Agapetus delicatulus, Capnioneura* sp., *Hemiclepsis marginata.*

Ce dernier groupement (G6) est le plus cohérent. Il est caractérisé par une diversité spécifique maximum dans chacun des quatre groupes les plus représentatifs de la communauté lotique de l'Argens (Ephémères, Plécoptères, Coléoptères Elmidés, Trichoptères). Ceci concorde avec les observations faites par Giudicelli & Talin (1977) sur la zonation des Coléoptères dans un cours d'eau de la Corse centrale: l'analyse factorielle des correspondances a fait apparaître, dans le groupement du cours inférieur (= épipotamon), 28 espèces de Coléoptères sur les 62 inventoriées dans l'ensemble du cours d'eau qu'ils ont étudié.

Ces constatations, relatives à deux cours d'eau méditerranéens, ne concordent pas avec celles de Verneaux sur la diversité spécifique dans les différents niveaux typologiques définis par cet auteur sur le réseau hydrographique du Doubs: les Trichoptères ont leur diversité maximum dans le métarhithron, les Ephémères et les Plécoptères dans l'hyporhithron.

Cette différence entre les deux catégories de cours d'eau résulte probablement de la brièveté des cours d'eau méditerranéens (114 km pour l'Argens, 70 km pour la Restonica-Tavignano en Corse) et la faible extension spatiale de leur cours inférieur.

4.2.3. Place des structures biocénotiques de l'Argens dans un système de zonation longitudinale des cours d'eau

La structure atypique du réseau hydrographique de l'Argens ne permet pas d'utiliser d'emblée le schéma d'Illies & Botosaneanu (1963) pour reconnaître et délimiter les zones écologiques le long du cours principal.

L'Argens présente quatre particularités qui ne permettent pas d'utiliser ce schéma:

(1) Le cours d'eau coule entièrement dans une vallée de basse altitude.

(2) La source frontale a un débit très important car c'est une puissante source karstique; ceci rend difficile la distinction entre le crénal et le début du rhithral.

(3) Le marais qui apparaît en aval de la source crée une situation anormale par rapport à l'organisation habituelle des réseaux hydrographiques.

(4) Il n'y a pas de confluence principale.

Cependant, certaines études ont montré que les limites de zones peuvent être placées en dehors des confluences principales (Berthélemy, 1966; Decamps, 1968; Giudicelli, 1968; Verneaux, 1973) et que l'on peut établir, pour des réseaux de struc-

ture atypique, des homologies avec les zones biocénotiques proposées par Illies & Botosaneanu.

4.2.3.1. Le crénon

La source de l'Argens représente un crénal particulier en raison de l'importance et des caractéristiques de l'émergence.

L'eau à l'émergence, forme une grande vasque d'environ 150 m² d'où elle s'écoule lentement ($5 \leqslant v \leqslant 50$ cm/s). Elle passe ensuite dans un ruisseau collecteur à fort débit, à courant rapide ($30 \leqslant v \leqslant 160$ cm/s). Dans ce complexe (vasque + ruisseau) l'eau reste à température constante (15°).

Le ruisseau, par ses caractéristiques physiographiques (largeur et débit), est bien différent d'un émissaire de source typique. Il apparaît déjà comme un rhithral.

L'hétérogénéité du peuplement de la station 1 (vasque + ruisseau collecteur) apparaît bien dans l'analyse biocénotique puisqu'on y a reconnu deux groupements faunistiques.

La source de l'Argens (station 1) héberge une communauté qui, par sa composition faunistique, se rattache au crénon et au début du rhithron. On y trouve, en effet, certaines espèces que d'autres auteurs (Illies, 1953; Olah, 1967; Verneaux, 1973; Botosaneanu, 1979) considèrent comme caractéristiques du crénon et de l'épirhithron. Citons: *Polycelis felina, Ecdyonurus forcipula, Perla marginata, Odontocerum albicorne, Rhyacophila pubescens,* les genres *Plectrocnemia* et *Synagapetus.*

La communauté de la source de l'Argens (vasque + ruisseau), représentée par les groupements G1 et G2, correspond donc au crénon et aux secteurs initiaux du rhithron. Elle est définie par sa composition spécifique dans laquelle les espèces sont classées en fonction de leur fidélité à ce biotope.

On retiendra, dans l'ordre de fidélité décroissante:
— des espèces exclusives [5])
— des espèces préférentes
— des espèces compagnes
— des espèces accessoires.

[5]) Ces termes sont utilisés ici avec la signification que leur donnent Giudicelli & Talin (1977).

Communauté du crénal et des secteurs initiaux du rhithral (G1 + G2)

I — Espèces exclusives

Erpobdella testacea	*Synagapetus dubitans*
	Plectrocnemia conspersa
Polycelis felina	

II — Espèces préférentes

Bythinella viridis	*Rhyacophila pubescens*
Ecdyonurus forcipula	*Silo nigricornis*
Elmis aenea	

III — Espèces compagnes

Dendrocoelum lacteum	*Limnius volckmari*
	Riolus subviolaceus
Theodoxus danubialis	
	Rhyacophila vulgaris
Perla marginata	*Odontocerum albicorne*
	Tinodes pusillus
Baetis rhodani	*Hydroptila vectis*
Ephemera danica	

IV — Espèces accessoires

Erpobdella octoculata	*Rhyacophila dorsalis*
	Polycentropus flavomaculatus
	Lype reducta
Baetis lutheri	*Hydropsyche siltalai*
Esolus parallelepipedus	
Oulimnius troglodytes	

4.2.3.2. Distinction entre rhithron et potamon

Dans l'Argens, en raison d'une altitude basse, de l'absence de confluences principales et d'une pente faible, les limites entre potamal et rhithral ne sont pas bien nettes.

Si l'on s'en tient aux caractéristiques données par Illies (1961) pour définir ces deux écosystèmes, il est difficile de se baser sur le régime thermique pour les différencier dans l'Argens. La présence, sur tout le cours, d'eaux relativement fraîches (températures estivales dépassant rarement 20°) rend impossible la distinction entre potamon et le rhithron.

Pour toutes les raisons précédentes, la distinction entre les deux zones hydrobiologiques majeures et leurs subdivisions ne peut se faire qu'à l'aide d'espèces indicatrices. Ceci, d'ailleurs, est en accord avec l'opinion d'Illies & Botosaneanu (1963) qui affirment que "les organismes peuplant le rhithron et le potamon appartiennent à des types écologiques radicalement différents".

On prendra comme premier repère les limites

entre les zones piscicoles. En effet, Illies (1953), dans son travail sur la Fulda, a bien montré la concordance entre les zones piscicoles et les zones biocénotiques.

Si l'on se réfère à la zonation piscicole de l'Argens, la limite entre le rhithron et le potamon se situe en dessous de Carcès, puisque la zone à truites (rhithron) va de la source jusqu'à Carcès. Cette zone salmonicole correspond pour les pêcheurs à un cours d'eau de première catégorie. La partie de l'Argens en aval de Carcès est donc un potamon, pour les pêcheurs un cours d'eau de deuxième catégorie.

Ce niveau correspond à une discontinuité majeure dans la communauté des macroinvertébrés. La station 7, qui est située juste après Carcès, marque la limite inférieure de répartition pour de nombreuses espèces du cours supérieur: *Ecdyonurus forcipula, Perla marginata, Rhyacophila pubescens. Tinodes pusillus, Silo nigricornis, Rhyacophila vulgaris, Agapetus cravensis,* et la limite supérieure de répartition d'espèces fluviatiles cantonnées dans le cours inférieur: *Potamanthus luteus, Oligoneuriella rhenana, Baetis fuscatus, Heptagenia sulphurea, Psychomyia pusilla, Cheumatopsyche lepida. Chimarra marginata, Stenelmis canaliculata Macronychus quadrituberculatus.*

4.2.3.3. Subdivisions du rhithron

Le peuplement des stations 4, 5 et 6 appartient donc au rhithron; il couvrirait 2 zones du schéma d'Illies & Botosaneanu: méta- et hyporhithron. C'est la deuxième partie de la zone à truites de l'Argens où la présence de nombreux rapides crée des eaux bien oxygénées et fraîches. Elle est peuplée par des organismes rhéophiles et rhéobiontes (Diptères Simuliidés, Trichoptères des genres *Hydropsyche, Rhyacophila* et *Agapetus,* Coléoptères Elmidés, Plécoptères Perlidés). Elle est pauvre en Mollusques, contrairement à la zone atypique qui la précède en amont (stations 2 et 3).

On y trouve des espèces qui ont été rangées par certains auteurs dans l'hyporhithron: *Allotrichia pallicornis, Hydroptila vectis* que Giudicelli (1968) place dans l'hyporhithron en Corse; *Hydropsyche siltalai* que Botosaneanu (1979) et Verneaux (1973) placent dans le métarhithron, comme *Lype reducta* (vide Verneaux, 1973). On doit considérer que ce groupement d'espèces réunit les deux zones inférieures du rhithron.

Communauté du métarhithral et de l'hyporhithral de basse altitude (G4)

I — Espèces exclusives

Agapetus cravensis

II — Espèces préférentes

Dina lineata	*Rhyacophila vulgaris*
	Hydropsyche siltalai
Perla marginata	*Tinodes pusillus*
	Hydroptila vectis
Limnius volckmari	*Allotrichia pallicornis*
Riolus subviolaceus	*Silo nigricornis*
	Sericostoma galeatum

III — Espèces compagnes

Dugesia gonocephala	*Elmis aenea*
	Elmis maugetii
Ancylus fluviatilis	*Esolus parallelepipedus*
Belgrandia marginata	*Oulimnius troglodytes*
Potamopyrgus jenkinsi	
Theodoxus danubialis	*Rhyacophila pubescens*
	Rhyacophila dorsalis
Baetis rhodani	*Hydropsyche pellucidula*
Baetis lutheri	*Hydropsyche brevis*
Ephemera danica	*Hydroptila forcipata*
Ecdyonurus forcipula	*Hydroptila sparsa*
Ephemerella ignita	*Ithytrichia lamellaris*
	Halesus radiatus
Isoperla grammatica	*Odontocerum albicorne*

IV — Espèces accessoires

Dendrocoelum lacteum	*Baetis buceratus*
	Baetis fuscatus
Glossiphonia complanata	*Caenis moesta*
Piscicola geometra	
Batracobdella verrucata	*Leuctra geniculata*
Anisus complanatus	*Limnius intermedius*
Lymnaea peregra	*Oulimnius rivularis*
Lymnaea truncatula	
Bithynia tentaculata	*Polycentropus flavomaculatus*
	Lype reducta
	Mystacides azurea

Le groupement 5 contient une majorité d'espèces qui ont été citées comme caractéristiques, tantôt du métarhithron, tantôt de l'hyporhithron ou de l'épipotamon:

- *Baetis lutheri* est significative du niveau typologique 5 (= métarhithron) de Verneaux;
- *Elmis maugetii,* en Corse, appartient au biocénotype définissant l'hyporhithron (Giudicelli & Talin, 1977);
- *Ephemerella ignita,* en Corse, se cantonne dans l'hyporhithron et l'épipotamon;

— *Rhyacophila dorsalis* et *Hydroptila forcipata,* dans le bassin du Doubs, caractérisent le niveau typologique 7 qui marque le passage entre le rhithron et le potamon.

Ce groupement apparaît donc bien comme intermédiaire entre le rhithron et le potamon; il est uniquement représenté par le peuplement de la station 7 qui correspond à un écotone.

Nous avons déjà dit plus haut que, dans ce secteur, apparaît la limite entre les deux écosystèmes majeurs.

L'étude des groupements de Coléoptères dans un réseau hydrographique de Corse (Giudicelli & Talin, 1977) nous a montré que le groupement de l'hyporhithron se situe, sur le graphique construit avec les axes 1 et 2, près de l'origine des axes, dans le cadre supérieur gauche. Le groupement 5 de l'Argens occupe le même secteur du graphique; il ne serait donc pas illogique de l'assimiler à l'hyporhithron; nous préférons simplement y voir un groupement de transition compte tenu de son extension spatiale réduite (une station).

Communauté de transition rithral-potamal (G5 = écotone)

Il n'y a pas d'espèces "exclusives" ou "préférentes" puisque cette communauté est constituée d'espèces eurytopes. Cependant, nous placerons dans la première catégorie de la hiérarchie les espèces "typologiquement significatives", c'est-à-dire celles qui, sur le graphique de l'analyse factorielle des correspondances, constituent le groupement G5; ce sont des espèces "abondantes" bien représentées dans le peuplement de la station 7.

I — Espèces typologiquement significatives

Dugesia gonocephala	*Elmis maugetii*
	Esolus parallelepipedus
Potamopyrgus jenkinsi	
	Rhyacophila dorsalis
Baetis lutheri	*Hydropsyche brevis*
Ephemerella ignita	*Hydropsyche pellucidula*
Caenis moesta	*Hydroptila forcipata*
	Mystacides azurea
Isoperla grammatica	

II — Espèces communes

Valvata macrostoma	*Rhyacophila vulgaris*
	Hydropsyche siltalai
Baetis rhodani	*Polycentropus flavomaculatus*
Baetis fuscatus	*Hydroptila vectis*
	Hydroptila sparsa
	Sericostoma galeatum

III — Espèces accessoires

Polycelis nigra	*Perla marginata*
Ancylus fluviatilis	
Anisus albus	*Elmis aenea*
Lymnaea peregra	*Limnius intermedius*
Physa acuta	*Limnius volckmari*
Theodoxus danubialis	*Riolus subviolaceus*
Bithynia tentaculata	*Oulimnius troglodytes*
Baetis buceratus	*Stenelmis canaliculata*
	Macronychus quadrituberculatus
Ecdyonurus forcipula	
Oligoneuriella rhenana	
Potamanthus luteus	*Lype reducta*
	Psychomyia pusilla
	Ithytrichia lamellaris
	Allotrichia pallicornis
	Chimarra marginata

4.2.3.4. Le potamon

Le groupement 6 renferme de nombreuses espèces caractéristiques de l'épipotamon et du métapotamon.

Elles sont, pour la plupart, incluses dans le noyau 11 où l'on trouve des espèces qui, selon les auteurs, sont indicatrices de l'épipotamon. Parmi elles, citons:

— *Heptagenia sulphurea, Potamanthus luteus, Athripsodes dissimilis, Mystacides azurea,* qui figurent dans le biocénotype B8 de Verneaux (= épipotamon du Doubs).

— *Stenelmis canaliculata, Limnius intermedius, Normandia nitens,* que Giudicelli & Talin (1977) considèrent comme caractéristiques de l'épipotamon de Corse.

— *Agapetus laniger, Cheumatopsyche lepida, Psychomyia pusilla, Lepidostoma hirtum* qui figurent dans l'épipotamon des Carpates (Botosaneanu, 1979).

Deux autres espèces du groupement 6 sont placées par Verneaux dans le dernier biocénotype du Doubs (B9 = métapotamon): *Ephoron virgo* et *Cyrnus trimaculatus.*

Presque toutes ces espèces sont exclusives des quatre dernières stations de l'Argens.

Il paraît évident que le peuplement des stations 8, 9, 10 représente la zone supérieure du potamon.

La station 11, sur l'axe 2, s'éloigne des précédentes; les espèces qui lui sont exclusives constituent le noyau 12. En outre, cette station est bien différente des autres stations du potamal par ses caractères physiographiques: largeur et profondeur maximum, substrat meuble, courant faible, turbidi-

té importante. Ces particularités biotiques et abiotiques permettent de penser qu'on se trouve ici dans une nouvelle zone écologique. Celle-ci s'individualise mal sur le graphique des affinités écologiques pour les raisons suivantes:

— La technique de prélèvements utilisée (filet troubleau et filet Surber) n'apporte pas un échantillon totalement représentatif du peuplement puisque seuls les habitats rivulaires et de faible profondeur ont pu être prospectés ici.

Il conviendrait de compléter l'échantillonnage par des prélèvements de dérive et l'utilisation de substrats artificiels.

— On ne dispose que d'une station de prélèvements; une station supplémentaire, près de l'embouchure, devrait être prise en compte.

Communauté de l'épipotamal et éventuellement du métapotamal (G6).

I — Espèces exclusives

Dugesia tigrina
Helobdella stagnalis
Hemiclepsis marginata

Baetis niger
Procloeon sp.
Centroptilum luteolum
Ecdyonurus sp.
Heptagenia sulphurea
Ephoron virgo
Choroterpes picteti
Habrophlebia sp.
Habrophlebia modesta
Siphlonurus lacustris

Eoperla ochracea
Normandia nitens

Agapetus laniger
Hydropsyche exocellata
Polycentropus irroratus
Cyrnus trimaculatus
Tinodes waeneri
Hydroptila angulata
Orthotrichia costalis
Athripsodes dissimilis
Lepidostoma hirtum

Aphelocheirus aestivalis

II — Espèces préférentes

Ancylus fluviatilis
Lymnaea peregra
Lymnaea truncatula
Physa acuta
Bithynia tentaculata
Baetis fuscatus

Caenis moesta
Oligoneuriella rhenana
Potamanthus luteus

Leuctra geniculata

Elmis maugetii
Esolus pygmaeus
Limnius intermedius
Oulimnius troglodytes
Stenelmis canaliculata
Macronychus quadrituberculatus

Cheumatopsyche lepida
Psychomyia pusilla
Hydroptila sparsa
Chimarra marginata
Naucoris maculatus

III — Espèces compagnes

Dugesia gonocephala
Piscicola geometra
Anisus albus
Valvata macrostoma
Potamopyrgus jenkinsi
Theodoxus danubialis

Baetis rhodani
Baetis buceratus
Baetis lutheri
Ephemerella ignita

Isoperla grammatica
Esolus parallelepipedus
Rhyacophila dorsalis
Hydropsyche pellucidula
Hydropsyche brevis
Polycentropus flavomaculatus
Hydroptila forcipata
Ithytrichia lamellaris

IV — Espèces accessoires

Polycelis nigra

Glossiphonia complanata
Dina lineata

Anisus complanatus
Belgrandia marginata
Cloeon sp.

Elmis aenea
Limnius volckmari
Riolus subviolaceus

Hydropsyche siltalai
Lype reducta
Hydroptila vectis
Allotrichia pallicornis
Mystacides azurea
Sericostoma galeatum
Odontocerum albicorne
Plea leachi
Notonecta maculata

4.2.3.5. Le groupement du secteur atypique

Il correspond au troisième groupement à partir de la source. Sur le graphique des affinités écologiques (fig. 17), les stations auxquelles il se rapporte s'éloignent de l'origine des axes; la plus éloignée est la station 2 qui, sur l'axe 2, est proche de la station 11 et présente des valeurs négatives sur cet axe, comme les quatre stations du potamon.

La situation excentrée et la structure lâche de ce groupement résultent de l'installation d'espèces lénitophiles et potamophiles dans le cours supérieur de la rivière à la faveur de la présence d'un système lénitique à la station 2.

Sur le graphique, il apparaît aussi que la station 2 entraine vers elle la station 3 qui, ainsi, s'éloigne beaucoup des autres stations du cours supérieur.

Nous avons essayé d'analyser l'impact du système lénitique de la station 2 sur la communauté lotique située à l'aval immédiat et représentée par le peuplement de la station 3. A cet effet, nous avons réalisé une étude comparative de la structure des peuplements des deux stations en considérant le mode de distribution des abondances des espèces pour chaque communauté.

L'un de nous (Legier, 1979) a montré que, dans l'Argens, lorsque aucun phénomène (pollution, crue) ne vient perturber les conditions normales, la structure des communautés à l'échelle du biotope (défini par un type d'écoulement et de substrat), ou de la station, correspond au modèle

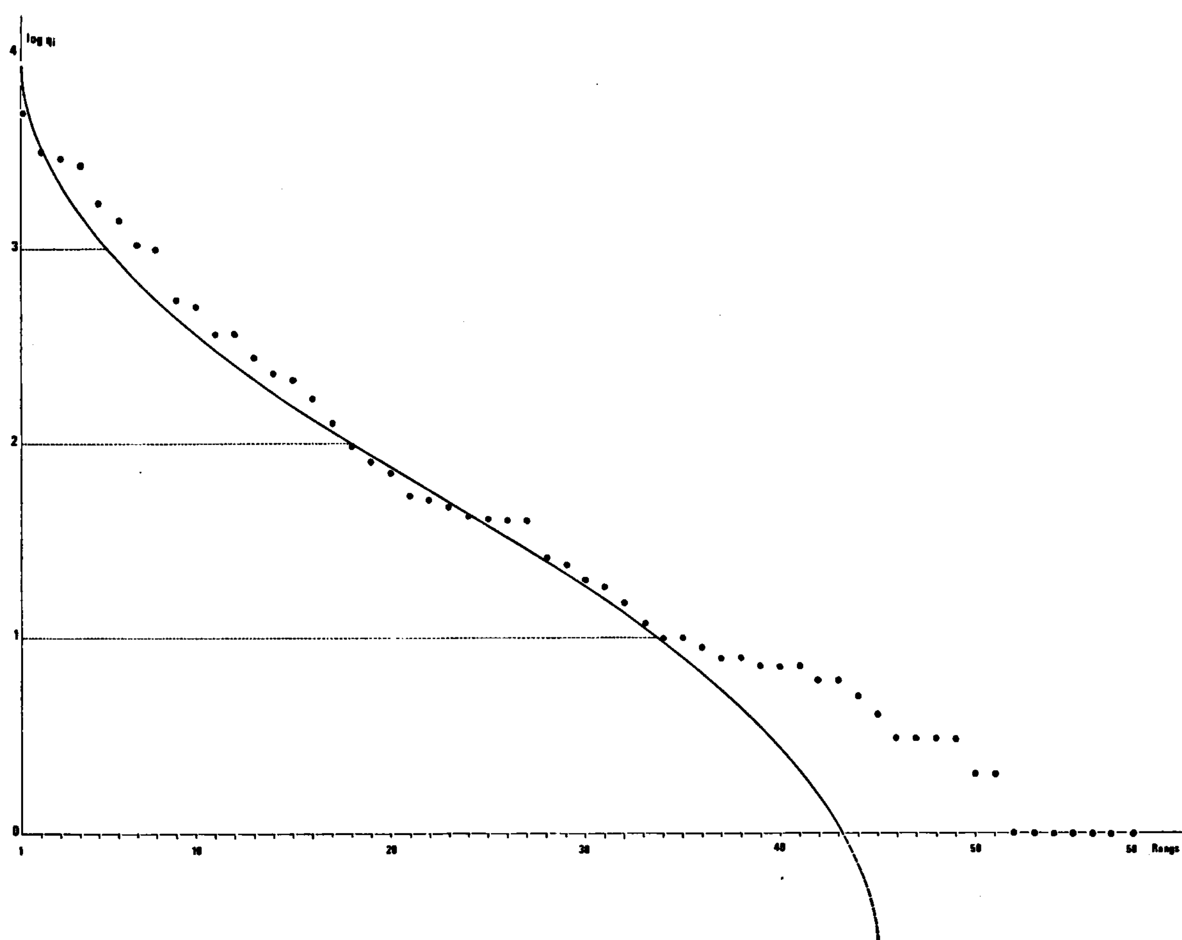


Fig. 18. Ajustement d'un modèle log-normal à la distribution d'abondances des espèces récoltées dans le secteur atypique.

log-normal. Ici, la distribution des abondances spécifiques est décrite dans un graphique sur lequel on porte, en abscisses, le rang des espèces classées par ordre d'abondance décroissante et, en ordonnées, les effectifs exprimés par leurs logarithmes. On obtient une représentation synthétique du peuplement qui peut être résumée par l'équation de la droite de régression. Il est alors possible de vérifier l'ajustement des valeurs calculées des effectifs aux valeurs observées.

A la station 3, la structure logarithmique de la communauté ne peut être mise clairement en évidence (fig. 18); le modèle ne prend pas en compte les espèces rares. De plus, si l'on considère l'inventaire faunistique de cette station, il apparaît que la majorité des espèces éliminées peuple habituellement les biotopes d'eau calme. Ce sont des Mollusques (*Valvata macrostoma, Planorbis crista, Anisus contortus, Acroloxus lacustris, Succinea elegans*), des Hirudinées (*Glossiphonia complanata, G. heteroclita, Piscicola geometra, Batracobdella verrucata*).

En séparant, dans la communauté de la station 3, les espèces d'habitat lotique et les espèces d'habitat lénitique les ajustements au modèle sont meilleurs (fig. 19 et 20).

Donc, la situation de la station 3 sur le graphique d'affinités écologiques et son éloignement des stations du rhithral résultent du mélange, dans le peuplement de cette station, d'espèces du rhithron et d'espèces qui peuplent le système lénitique de la station 2.

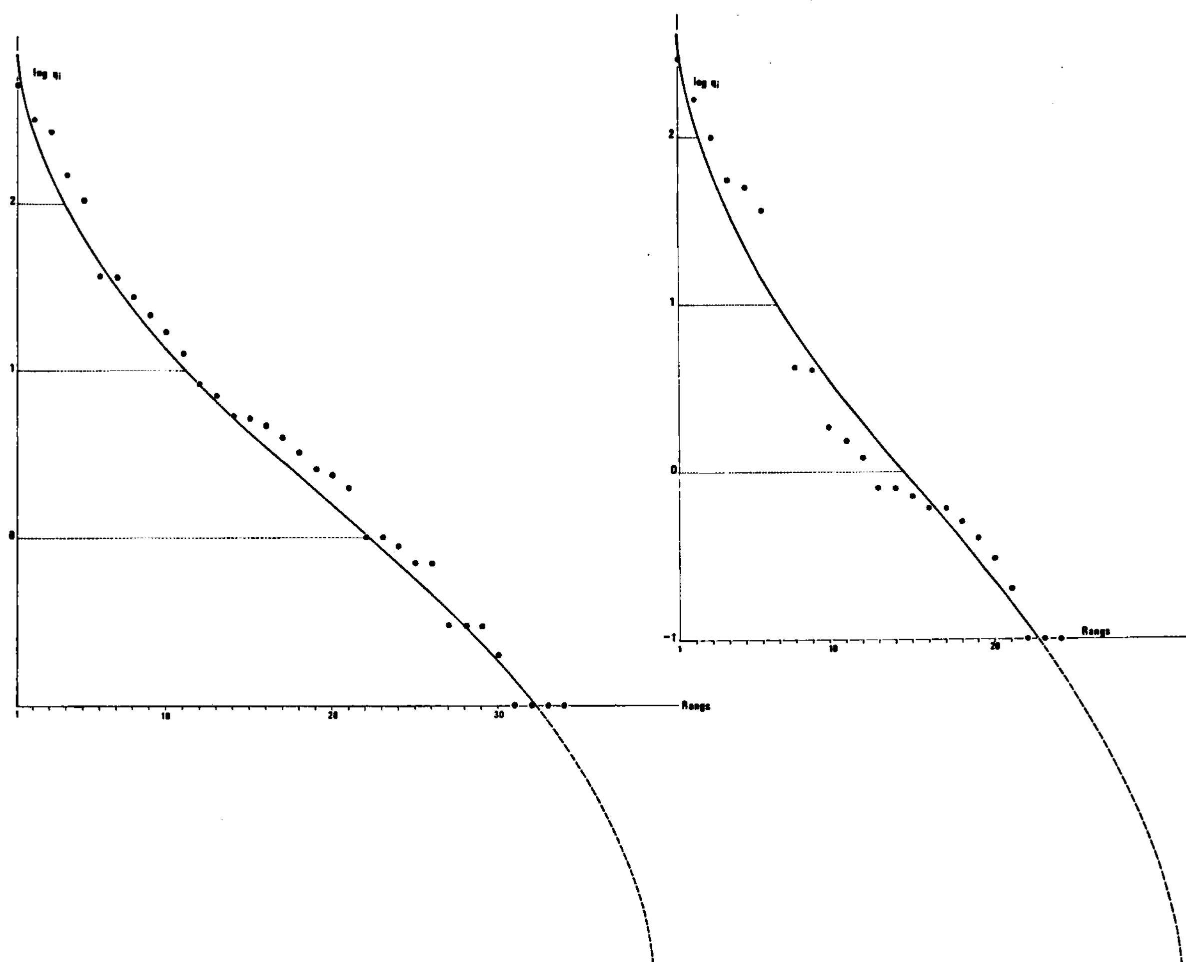


Fig. 19 (gauche). Ajustement d'un modèle log-normal à la distribution d'abondances des espèces récoltées dans les habitats lotiques de la station 3.

Fig. 20 (droite). Ajustement d'un modèle log-normal à la distribution d'abondances des espèces récoltées dans les habitats lénitiques de la station 3.

Communauté du secteur atypique (G3)

I — Espèces exclusives

Glossiphonia heteroclita
Anisus contortus

Oxyethira sp.
Sigara venusta
Sigara dorsalis
Micronecta sp.

II — Espèces préférentes

Polycelis nigra
Dendrocoelum lacteum
Dugesia lugubris
Erpobdella octoculata
Piscicola geometra

Acroloxus lacustris
Anisus albus
Anisus complanatus
Valvata macrostoma
Belgrandia marginata

Baetis buceratus
Cloeon sp.
Oulimnius rivularis
Polycentropus flavomaculatus

Plea leachi
Notonecta maculata

III — Espèces compagnes

Glossiphonia complanata

Theodoxus danubialis

Baetis rhodani
Ephemera danica

Limnius intermedius
Limnius volckmari

Rhyacophila dorsalis
Rhyacophila vulgaris
Hydropsyche pellucidula
Hydropsyche siltalai
Hydroptila vectis
Sericostoma galeatum
Halesus radiatus

Naucoris maculatus

IV — Espèces accessoires

Dugesia gonocephala

Batracobdella verrucata

Lymnaea peregra
Physa acuta
Bythinella viridis

Elmis aenea
Elmis maugetii
Esolus parallelepipedus
Riolus subviolaceus

Hydropsyche brevis
Lype reducta

Bithynia tentaculata	*Hydroptila sparsa*
	Ithytrichia lamellaris
Baetis lutheri	*Allotrichia pallicornis*
Ecdyonurus forcipula	
Caensis moesta	
Ephemerella ignita	

Les communautés verticales reconnues dans l'Argens montrent une organisation biotique et une répartition spatiale comparables à celles que l'on observe dans les autres réseaux hydrographiques d'Europe. Il est donc possible de proposer, pour l'Argens, une zonation qui s'intègre globalement dans le schéma type, à condition de tenir compte des particularités physiographiques de ce cours d'eau (tableau V).

TABLEAU V. Correspondance des groupements d'espèces de l'Argens et des zones du système d'Illies & Botosaneanu.

G 1		Crénon
	st 1	+
G 2		secteurs initiaux du rhithron
	st 2 (marais)	
G 3	-----------	zone atypique
	st 3 (écotone)	
	st 4	
G 4	st 5	métarhithron + hyporhithron
	st 6	
G 5	st 7 (écotone)	(hyporhithron ?)
	st 8	
	st 9	épipotamon
G 6	Potamon	
	st 10	
	-----	-------------
	st 11	(métapotamon ?)

5 — STRUCTURE DES PEUPLEMENTS STATIONNELS

Cette étude s'appuie sur l'analyse de la diversité spécifique des communautés des 11 stations (tableau IV).

On utilise l'indice de diversité de Shanon & Weaver, revu par Lloyd & Ghelardi (1964). Cet indice, basé sur la théorie de l'information, tient compte du nombre d'espèces et de la répartition numérique des individus dans les populations spécifiques composant la communauté; il traduit la diversité réelle: $H(S)$.

L'indice dépend en partie du nombre d'espèces; dès lors, la comparaison d'un peuplement à un autre doit être réalisée au moyen d'une nouvelle expression, l'indice d'équitabilité (Hr), qui est le rapport de la diversité réelle à la diversité maximum ou théorique. Cette dernière, $H(S)\ max$, correspond à la situation hypothétique où toutes les espèces seraient représentées par le même effectif.

Nous avons utilisé les données de 8 séries de prélèvements de l'année 1976 pour les 9 stations où l'échantillonnage a été réalisé par filet Surber et les données de 10 séries pour les stations 2 et 11 échantillonnées au filet troubleau.

Les résultats apparaissent sur le graphique de la figure 21.

Les stations 9 et 10 présentent les valeurs les plus élevées de la diversité réelle; ensuite viennent les stations 8 et 7. Les stations 1 et 6 ont une très faible diversité.

Les stations du cours inférieur (stations 7, 8, 9, 10) se placent en tête sur le plan de la stabilité du peuplement. Ici, la diversité réelle se rapproche le plus de la diversité théorique: l'équitabilité varie entre 69 et 81%. Ceci montre que le peuplement benthique a probablement gardé sa structure originelle et n'a pas encore été notablement perturbé par les aménagements et les pollutions. La diversité spécifique et la stabilité de cette zone supérieure du potamon ont déjà été plusieurs fois soulignées (Illies & Botosaneanu, 1963; Giudicelli, 1968; Giudicelli & Talin, 1977).

Pour les stations 1 et 6, les faibles valeurs de $H(S)$ et de Hr résultent de la dominance de quelques espèces:
Elmis aenea avec une densité relative de 39,8% et *Gammarus pulex* (densité relative = 18,3%), à la station 1; *Gammarus pulex* (densité relative = 40%), à la station 6.

Lorsque les Gammares sont très abondants ils exercent une forte prédation sur les autres Invertébrés, surtout sur les larves d'Ephéméroptères et de Plécoptères (Vaillant, com. verb.).

Les deux stations (St. 2 et 11) échantillonnées par le filet troubleau ont été considérées à part. La diversité et l'équitabilité ont des valeurs faibles (2,71 et 45%) pour la station 2 et des valeurs plus fortes (4,22 et 66%) pour la station 11. La communauté de la station supérieure est fortement

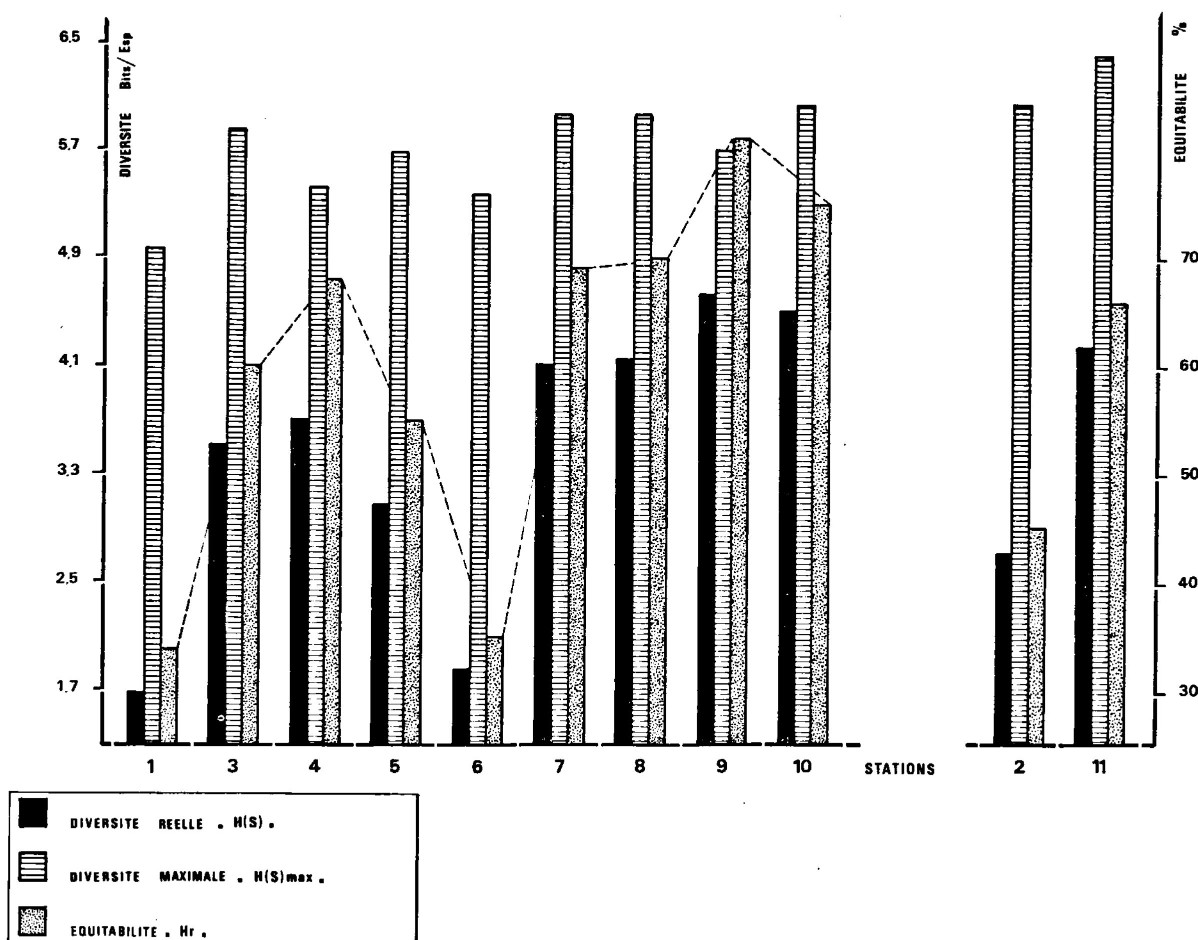


Fig. 21. Variation longitudinale des indices de diversité et d'équitabilité.

déséquilibrée du fait de la pollution. La structure de la communauté de la station 11 est plus normale.

REMERCIEMENTS

Nous exprimons notre vive gratitude aux spécialistes qui nous ont aidés dans la détermination de la faune: M. le Professeur C. Degrange pour les Ephéméroptères, M. le Professeur C. Berthélemy pour les Plécoptères et les Coléoptères Elmidés, MM. N. Giani et E. Martinez pour les Oligochètes.

Nous remercions aussi M. L. Botosaneanu qui, à l'occasion de son séjour dans notre laboratoire (Mars et Avril 1980), a bien voulu relire notre manuscrit et l'améliorer de ses conseils, ainsi que Robert Garnier, Jean-Claude Habai et Mireille Illy pour leur collaboration technique.

BIBLIOGRAPHIE

BERTHÉLEMY, C., 1966. Recherches écologiques et biogéographiques sur les Plécoptères et Coléoptères d'eau courante (Hydraena et Elminthidae) des Pyrénées. Annls. Limnol., **2** (2): 227-438.

BOTOSANEANU, L., 1979. Quinze années de recherches sur la zonation des cours d'eau: 1963-1978 (Revue commentée de la bibliographie et observations personnelles). Bijdr. Dierk., **49** (1): 109-134.

CAILLEUX, A., 1954. Limites dimensionnelles et noms des fractions granulométriques. Bull. Soc. géol. Fr., **4**: 643-646.

DAKKI, M., 1979. Recherches hydrobiologiques sur un cours d'eau du Moyen Atlas (Maroc). Thèse 3ème cycle, Université Aix-Marseille III: 1-126.

DESPAX, R., 1930. Leuctra occitana nov. sp., Plécoptère nouveau de la région toulousaine. Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse, **59**: 171-176.

——, 1932. Perla nigritarsis nov. sp. Plécoptère nouveau du sud de la France. Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse, **62**: 419-427.

DITTMAR, H., 1956. Ein Sauerlandbach. Untersuchungen an einem Wiesen-Mittelgebirgsbach. Arch. Hydrobiol., **50**: 305-552.

GIUDICELLI, J., 1968. Recherches sur le peuplement, l'écologie et la biogéographie d'un réseau hydrographique de la Corse centrale, I-II. Thèse de doctorat d'Etat. Université d'Aix-Marseille: 1-437.

GIUDICELLI, J. & J. TALIN, 1977. Recherches sur les peuplements de Coléoptères d'eau courante en Corse. Ecol. Medit., **3**: 33-54.

HORION, A., 1955. Faunistik der mitteleuropäischen Käfer, **4**: 1-280 (München).

ILLIES, J., 1953. Die Besiedlung der Fulda (insbesondere das Benthos der Salmonidenregion) nach dem jetzigen Stand der Untersuchung. Ber. limnol. Flussstat. Freudenthal, **5**: 1-28.

——, 1961. Versuch einer allgemeinen biozönotische Gliederung der Fliessgewässer. Int. Rev. ges. Hydrobiol., **46**: 205-213.

——, 1978. Plecoptera. Limnofauna europaea, 2nd ed.: 264-273.

ILLIES, J. & L. BOTOSANEANU, 1963. Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique. Mitt. Soc. int. Limnol., **12**: 1-57.

KIENER, A. & J. OLLIER, 1970. Contribution à l'étude écologique et biologique de la rivière Gapeau (Var). Hydrobiologia, **36** (2): 189-251.

KLEIN, L., 1959. River pollution, **1**: chemical analysis: 1-206. (Butterworths, London).

LEGIER, P., 1972. Répartition et étagement de l'habitat chez les Planaires Triclades d'eau douce en Provence occidentale. Annls. Limnol., **8** (1): 31-40.

——, 1979. Ecologie des ruisseaux temporaires de Provence et les informations qu'elle apporte sur la naissance, la maturation et la structure d'un écosystème d'eau courante. Thèse de doctorat d'Etat. Université d'Aix-Marseille III: 1-320.

LLOYD, M. J. & R. J. GHELARDI, 1964. A table for calculating the "equitability" compound of species diversity. J. anim. Ecol., **33**: 217-226.

MOSELY, M. E., 1930. New european Trichoptera and Plecoptera. Trans. R. ent. Soc. Lond., **78**: 237-253.

NISBET, M. & J. VERNEAUX, 1970. Composantes chimiques des eaux courantes. Discussion et proposition de classes en tant que bases d'interprétation des analyses chimiques. Annls. Limnol., **6** (2): 161-190.

OLAH, J., 1967. Untersuchungen über die Trichopteren eines Bachsystems der Karpaten (Neue Erklärung des Mosaikmuster - "mosaic pattern" - Prinzips in Flusswasser-Tiergemeinschaften). Acta. biol. Debrecina, **5**: 71-91.

STEFFAN, A. W., 1961. Vergleichend-mikromorphologische Genital-Untersuchungen zur Klärung der phylogenetischen Verwandtschaftsverhältnisse der mitteleuropäischen Dryopoidea (Coleoptera). Zool. Jb. (Syst.), **88**: 255-354.

VERNEAUX, J., 1973. Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs. Essai de biotypologie. Thèse de doctorat d'Etat. Université de Besançon: 1-260.

ANNEXE

Inventaire faunistique

PLATHELMINTHES
TRICLADES
Polycelis felina (Dalyell) = 1 st.
Polycelis nigra (Müller) = 4 st.
Dugesia tigrina (Girard) = 1 st.
Dugesia gonocephala (Dugès) = 10 st.
Dugesia lugubris (Schmidt) = 3 st.
Dendrocoelum lacteum (Müller) = 4 st.

OLIGOCHÈTES
Stylodrilus parvus (Hr. Cern) = 2 st.
Stylodrilus lemani (Grube) = 2 st.
Psammoryctes barbatus (Grube) = 1 st.
Limnodrilus sp. = 1 st.
Potamothrix bavaricus (Osch.) = 1 st.
Aulodrilus pluriseta (Pig.) = 1 st.
Ophidonais serpentina (Müller) = 1 st.
Nais elinguis Müller = 2 st.
Nais simplex Pig. = 1 st.
Pristina menoni (Aiy.) = 2 st.

HIRUDINÉES
Glossiphonia complanata (Linné) = 6 st.
Glossiphonia heteroclita (Linné) = 1 st.
Helobdella stagnalis (Linné) = 2 st.
Hemiclepsis marginata (O. F. Müller) = 1 st.
Batracobdella verrucata (Fr. Müller) = 2 st.
Piscicola geometra Linné = 4 st.
Erpobdella octoculata (Linné) = 4 st.
Erpobdella testacea (Savigny) = 1 st.
Dina lineata (O. F. Müller) = 3 st.

MOLLUSQUES GASTÉROPODES
PROSOBRANCHES
Theodoxus danubialis Pfeiffer = 10 st.
Valvata macrostoma Steenbuch, 1847 = 5 st.
Belgrandia marginata Michaud = 11 st.
Bythinella viridis Poiret = 3 st.
Potamopyrgus jenkinsi Smith = 8 st.
Bithynia tentaculata Linné = 8 st.

PULMONÉS
Physa acuta Draparnaud = 4 st.
Lymnaea (Radix) peregra Müller = 7 st.
Lymnaea (Galba) truncatula Müller = 3 st.
Anisus (Gyraulus) albus Müller = 7 st.
Anisus (Bathyomphalus) contortus Linné = 2 st.
Anisus (Hippeutis) complanatus Linné = 4 st.
Anisus (Armiger) crista Linné = 2 st.
Ancylus fluviatilis Müller = 8 st.
Acroloxus lacustris Linné = 3 st.
Succinea elegans Risso = 4 st.

LAMELLIBRANCHES
Pisidium sp. = 9 st.

CRUSTACÉS
DÉCAPODES
Atyaephyra desmarestii (Millet) = 2 st.

ISOPODES
Asellus aquaticus Linné = 8 st.

AMPHIPODES
Gammarus (*Rivulogammarus*) *pulex* Linné = 11 st.

INSECTES
ÉPHÉMÉROPTÈRES
Ephoron virgo (Oliver) = 4 st.
Potamanthus luteus Linné = 5 st.
Ephemera danica Müller = 3 st.
Siphlonurus lacustris Eaton = 1 st.

Baetis rhodani Pictet = 11 st.
Baetis lutheri Müller-Liebenau = 10 st.
Baetis buceratus Eaton = 8 st.
Baetis fuscatus Linné = 6 st.
Baetis niger Linné = 2 st.
Centroptilum luteolum Müller = 2 st.
Cloeon sp. = 2 st.
Procloeon sp. = 4 st.
Oligoneuriella rhenana Immhoff = 5 st.
Ecdyonurus forcipula Pictet = 5 st.
Ecdyonurus sp. = 4 st.
Heptagenia sulphurea Müller = 4 st.
Habrophlebia sp.
Habroleptoides modesta Hagen = 2 st.
Choroterpes picteti Eaton = 4 st.
Ephemerella ignita Poda = 10 st.
Caenis moesta Bengtson = 10 st.

PLÉCOPTÈRES
Leuctra geniculata Stephens = 6 st.
Leuctra occitana Despax = 1 st.
Isoperla grammatica Poda = 8 st.
Capnioneura sp. = 1 st.
Dictyogenus ventralis Pictet = 2 st.
Perla marginata Panzer = 4 st.
Eoperla ochracea Kolbe = 2 st.

ODONATES
ZYGOPTÈRES
Lestes virens (Charp.) = 1 st.
Calopteryx splendens (Harris) = 6 st.
Calopteryx haemorrhioidalis (Linden) = 5 st.
Calopteryx virgo meridionalis (Linné) = 1 st.
Platycnemis latipes Rambur = 4 st.
Coenagrion lindenii (Selys) = 2 st.
Coenagrion tenellum (Villers) = 2 st.
Coenagrion mercuriale (Charp.) = 2 st.
Ischnura elegans (Linden) = 1 st.
Pyrrhosoma nymphula Sulzer = 3 st.

ANISOPTÈRES
Onychogomphus uncatus Charp. = 8 st.
Gomphus pulchellus Selys = 1 st.
Cordulegaster annulatus Latr. = 2 st.
Anax parthenope Selys = 2 st.
Aeschna affinis Van der Linden = 2 st.
Orthetrum cancellatum Linné = 1 st.
Sympetrum fonscolombei Selys = 1 st.
Libellula fulva Müller = 1 st.
Libellula depressa Linné = 1 st.

HÉTÉROPTÈRES
Aphelocheirus aestivalis (Fabricius) = 4 st.
Corixa sp. = 1 st.
Sigara dorsalis (Leach) = 1 st.
Sigara venusta (Douglas & Scott) = 1 st.
Micronecta sp. = 1 st.
Naucoris maculatus Fabricius = 2 st.
Ranatra linearis (Linné) = 1 st.
Nepa cinerea Linné = 3 st.
Notonecta maculata Fabricius = 2 st.
Plea leachi minutissima Fuessly = 2 st.
Hydrometa stagnorum (Linné) = 3 st.
Velia caprai Tamanini = 2 st.

COLÉOPTÈRES
GYRINIDAE
Orectochilus villosus Müller = 3 st.
Gyrinus urinator Illiger = 2 st.

HALIPLIDAE
Haliplus lineatocollis Marsham = 6 st.
Brychius elevatus (Panzer) = 2 st.
Peltodytes rotundatus Aubé = 1 st.

DYTISCIDAE
Dytiscus marginalis Linné = 1 st.
Deronectes moestus Fairmaire = 1 st.
Laccophilus hyalinus (De Geer) = 1 st.
Colymbetes fuscus (Linné) = 1 st.
Stictotarsus duodecimpustulatus (Fabricius) = 2 st.
Agabus biguttatus (Oliver) = 1 st.

HYDRAENIDAE
Phothydraena atrata Desbrochers = 1 st.
Hydraena subdepressa Rey = 1 st.

HYDROPHILIDAE
Anacaena bipustulata Marsham = 1 st.
Anacaena globulus Paykull = 1 st.
Anacaena limbata Fabricius = 2 st.
Hydrochus angustatus Germar = 3 st.
Hydrochus brevis Herbst = 1 st.
Ochthebius impressicollis Castelnau = 2 st.
Helochares lividus Forst = 1 st.
Laccobius scutellaris Motschulsky = 5 st.
Hydrobius fuscipes Linné = 1 st.
Cymbiodyta marginella Fabricius = 1 st.

HELODIDAE
Helodes sp.

DRYOPIDAE
Helichus substriatus Müller = 9 st.
Dryops sp_1 = 3 st.
Dryops sp_2 = 2 st.

ELMIDAE
Elmis aenea Müller = 10 st.
Elmis maugetii Latreille = 9 st.
Esolus pygmaeus Müller = 4 st.
Esolus parallelepipedus Müller = 10 st.
Oulimnius troglodytes Gyllenhal = 9 st.
Oulimnius rivularis Rosenhauer = 3 st.
Limnius volckmari Panzer = 8 st.
Limnius intermedius Fairmaire = 7 st.
Normandia nitens Müller = 3 st.
Riolus subviolaceus Müller = 11 st.
Macronychus quadrituberculatus Müller = 5 st.
Stenelmis canaliculata Gyllenhal = 5 st.

TRICHOPTÈRES
Rhyacophila dorsalis Curtis = 10 st.
Rhyacophila vulgaris Pictet = 6 st.
Rhyacophila pubescens Pictet = 3 st.
Synagapetus dubitans McLachlan = 1 st.
Agapetus cravensis Giudicelli = 1 st.
Agapetus laniger Pictet = 4 st.
Agapetus delicatulus McLachlan = 1 st.

Chimarra marginata (Linné) = 5 st.
Plectrocnemia conspersa Curtis = 1 st.
Polycentropus flavomaculatus Pictet = 10 st.
Polycentropus irroratus Curtis = 2 st.
Cyrnus trimaculatus Curtis = 3 st.
Tinodes pusillus McLachlan = 4 st.
Tinodes waeneri Linné = 3 st.
Lype reducta Hagen = 11 st.
Psychomyia pusilla (Fabricius) = 5 st.
Hydropsyche pellucidula Curtis = 9 st.
Hydropsyche siltalai Döhler = 10 st.
Hydropsyche brevis Mosely = 8 st.
Hydropsyche exocellata Dufour = 2 st.
Cheumatopsyche lepida Pictet = 5 st.
Orthotrichia costalis Curtis = 2 st.
Ithytrichia lamellaris Eaton = 8 st.
Oxyethira sp. = 1 st.
Hydroptila sparsa Curtis = 9 st.
Hydroptila vectis Curtis = 6 st.
Hydroptila forcipata Eaton = 5 st.
Hydroptila angulata Mosely = 1 st.
Allotrichia pallicornis Eaton = 9 st.
Limnephilus sp. = 2 st.
Halesus radiatus Curtis = 4 st.
Odontocerum albicorne Scopoli = 4 st.
Mystacides azurea (Linné) = 4 st.
Athripsodes dissimilis Stephens = 4 st.
Silo nigricornis Pictet = 2 st.
Lepidostoma hirtum Fabricius = 2 st.
Sericostoma galeatum Rambur = 7 st.

DIPTÈRES
LIMONIIDAE
Dicranota sp. = 9 st.

DIXIDAE
Dixa dilatata Strobl. = 1 st.
Dixa nebulosa Meigen = 2 st.
Dixa maculata Meigen = 2 st.

SIMULIIDAE
Simulium (Eusimulium) rubzovianum Serban = 11 st.
Simulium (Eusimulium) angustitarse Lundstrom = 3 st.
Simulium gaudi Grenier & Faure = 4 st.
Simulium (Odagmia) ornatum Meigen = 8 st.
Simulium (Wilhelmia) equinum mediterraneum Puri = 1 st.
Simulium (Tetisimulium) bezzii Corti = 7 st.

EMPIDIDAE
Wiedemannia sp. = 1 st.
Clinocera sp. = 5 st.
Rhamphomyia sp. = 2 st.
Hemerodromia sp. = 11 st.

ANTHOMYIDAE
Caliophrys riparia (Kellin) = 6 st.

ATHERICIDAE
Atherix marginata Fabricius = 9 st.
Atherix ibis Fabricius = 2 st.
Athrichops crassipes Meigen = 7 st.

Reçu le 12 mai 1980